

EGYETEMI KÖNYVTÁR

OLVASÓTERME

SZEGEDEN

D.

533.

S. 119

# ÉRTEKEZÉSEK

TÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUD. AKADÉMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

XVII. KÖTET. 6. SZÁM. 1887.

## A NÖVÉNYEK

## TALAJÁLLÓ IRÁNYÁNAK OKAIRÓL.

Dr. MAGÓCSY-DIETZ SÁNDOR

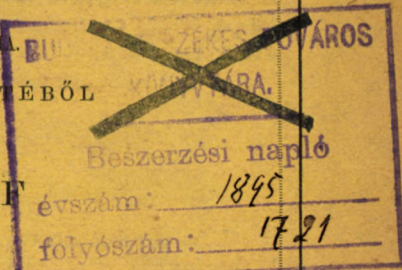
EGYETEMI TANÁRSEGÉDTŐL.

(Bemutatta a III. osztály ülésén 1887. június 20. Jurányi L. r. t.)

Ára 20 kr.

BUDAPEST.

1887.





# ÉRTEKEZÉSEK

## A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

Első kötet. 1867—1870. — Második kötet. 1870—1871. — Harmadik kötet. 1872. — Negyedik kötet. 1873. — Ötödik kötet. 1874. — Hatodik kötet. 1875. — Hetedik kötet. 1876. — Nyolczadik kötet. 1877. — Kilenczedik kötet. 1878—1879. — Tizedik kötet. 1880.

### Tizenegyedik kötet. 1881.

I. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. 2 fametszettel. (Második közlemény. II. rész. Az idegrendszer egyes részeinek befolyásáról az önkénytelen associált szemmozgásokra.) Dr. *Högyes Endrétől.* — II. A *Frusca-gora* aquitaniai flórája. 4 táblával. Dr. *Staub Mórictől.* — III. A *pinguicula* és *utricularia* sejtmagjaiban előforduló krystalloidokról. (Egy táblával.) *Klein Gyulától.* — IV. Vegyeréltani vizsgálatok. (II. értekezés.) Dr. *Than Károlytól.* Egy tábla körrajzzal. — V. Ujabb tanulmányok a kámforesoport köréből. *Balló Mátyástól.* — VI. A homoródi vasas savanyuvíz-források chemiai elemzése. Dr. *Solymosi Lajostól.* — VII. A solymosi hideg savanyu ásványvíz chemiai elemzése. Dr. *Hankó Vilmostól.* — VIII. Önműködő higanylégszivattyu. *Schuller Alajostól.* Egy rajzzal. — IX. Adatok a Mecsekhegység és dombvidéke jurakorbeli lerakódásainak ismeretéhez. (II. Palaeontologiai rész.) *Böckh Jánostól.* 10 tábla rajzzal. — X. A *carludovica* és a *canna* gummijáratairól. *Szabó Ferencztől.* Egy táblával. — XI. Budapest főváros ivóvizei egészségi szempontból s néhány ásványvíz elemzése. *Balló Mátyástól.* — XII. Emlékbeszéd William Stephen Atkinson külső tag felett. Dr. *Duka Tivadartól.* — XIII. Adatok a harántesíku izmok szerkezete- és idegvégződéséhez. (Székfoglaló értekezés.) — *Thanhoffer Lajostól.* Egy 4-es rétű tábla rajzzal. — XIV. A mohai (fehérmegyei) Ágnes-forrás vegyelemzése. Dr. *Lengyel Bélától.* — XV. Egy újabb szerkesztett, vizszivattyuval kombinált higany-légszivattyuról. Dr. *Lengyel Bélától.* Egy tábla rajzzal. — XVI. Az elzöldült szarkaláb mint morphologiai utmutató. *Borbás Vinczétől.* Egy tábla rajzzal. — XVII. A víznek képződési melegéről. *Schuller Alajostól.* — XVIII. Békésvármegye flórája. Dr. *Borbás Vinczétől.* — XIX. Rendhagyó köggombák. *Hazslinszky Frigyesztől.* Rajzokkal. — XX. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. Közli *Jendrassik Jenő.* (I. Adatok a szűrődés tanához. Regéczy Nagy Imre tr. tanársegédétől. II. A gyomor hámsejtjeiről. Ballagi János tr. élettani gyakornoktól. III. A zsírfelszívódáshoz a gyomorban. Mátrai Gábor orvostanhallgatótól. IV. A zsírok átszívargásáról, nevezetesen az epe befolyása alatt. Hutyra Ferencz orvostanhallgatótól. (Rajzokkal.) — XXI. Emlékbeszéd Kenessey Albert felett. *Galgóczy Károlytól.* — XXII. A tudományok haladásának befolyása a selmeczvidéki bányamivelésre. *Péck Antaltól.* — XXIII. Vegyeréltani vizsgálatok. A calorimetrikus mérések adatainak összehasonlításáról. *Than Károlytól.* — XXVI. Közlemények a m. kir. egyetem vegytani laboratoriumából. Bemutatta *Than Károly.* (I. A borkősav száraz lepárlási terményeiről. Liebermann Leótol. II. Adatok a Carbonylsulfid physikai sajátságaihoz s tiszta Carbonylsulfid előállítása. 2-ik közlemény. Ilosvay Lajostól.) — XXV. Közlemények az állatorvosi tanintézet vegytani laboratoriumából. *Liebermann Leó-*



## ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUD. AKADÉMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

AJÁNDÉK

XANTUS JÁNOS

hagyatékából.

## A NÖVÉNYEK TALAJÁLLÓ IRÁNYÁNAK OKAIRÓL.

Dr. MÁGÓCSY-DIETZ SÁNDOR

egyetemi tanársegédttől.

(Bemutatta a III. osztály ülésén 1887. jún. 20. Jurányi L. r. t.)

A növénytani irodalomban már több ízben tárgyalták a növények helyzetét az őket hordó talajon — s általában felvették, hogy a mint az oldaltengelyek az őket hordó főtengellyel bizonyos szöget — a magaszöget (Eigenwinkel) képezik, úgy a talaj s a rajta fellépő növény is egy bizonyos szöget képeznek.<sup>1)</sup> Ezen magaszög-határozta irányt, helyzetet természetesen a talaj befolyásának tulajdonították s a növények ilyen való magairánya a talajjal hozatva összefüggésbe — talajálló iránynak (Substratrichtung) nevezteték.<sup>2)</sup> E sajátos magairány (Eigenrichtung) csak akkor lép fel teljes tisztaságában, a midőn a növényt a külső befolyásoktól lehetőleg függetlenítiük, mert megjegyzendő, hogy ezen külső befolyások a talajtálló irányra is módosítólag hathatnak.

<sup>1)</sup> Sachs, Über das Wachsthum der Haupt u. Nebenwurzeln, Arbeiten d. bot. Instituts in Würzburg, I. k. 599. l. — Dr. W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II. k. 347. l.

<sup>2)</sup> Ez elnevezéssel kapcsolatban lehetne a talaj, s a növényképezte szöget, megkülönböztetésül a növényrészekképezte magaszögtől, talajképezte szögnek (Substratwinkel) nevezni.



Igy állott e kérdés — a midőn Sachs vette közelebbi vizsgálat alá a növényeknek talajálló irányát.<sup>1)</sup> Ő ugyanis azt találta, hogy ha a talajálló irány vizsgálatánál a geotropikus és heliotropikus görbülést kizárjuk, akkor ezen talajálló irány egészen tisztán s zavartalanul lép fel, vagyis, hogy a geotropismus s heliotropismus kizárásakor a *Mucor Mucedo* L. és a *Phycomyces nitens* Kze. sporangium hordó (termő-)ágai közel függőiesen állanak a talajképező kenyérkoczká lapjain, a koczka élein fellépő termőágak pedig az élszöget felező vonal irányában nőnek. Ép ily viselkedést mutattak a klinostat tőzegkoczkáján a *Lepidium sativum* L. és a *Linum usitatissimum* L. csiránövényei is, melyek bár eleinte határozatlan irányt követtek, élénk nutatiót mutattak, később a szikalatti szárrész görbülete következtében a talajra merőlegesen helyezkedtek. A gyökerek ellenben vagy a tőzegkoczka lapjához simulva nőttek tovább vagy pedig a tőzegkoczkába nyomultak s abban maradtak, vagy abból ismét kiléptek.

A talajálló irány megfigyelői, így különösen Dutrochet,<sup>2)</sup> Duchartre<sup>3)</sup> és van Tieghem,<sup>4)</sup> legutóbb pedig Sachs<sup>5)</sup> a növényeknek a talajon elfoglalt helyzetét különböző okoknak tulajdonítják. A különböző magyarázatok közül a Sachs által sejtett, t. i. a hydrotropismus (a nedvességi hatás) által való magyarázat látszott legvalószínűbbnek — s ehhez hajlott Pfeffer<sup>6)</sup> is. Nyert e magyarázat valószínűségében Wortmann<sup>7)</sup> közlése

<sup>1)</sup> Über Ausschliessung d. geotrop. u. heliotrop. Krümmung während des Wachstums, Arbeit. d. bot. Instituts in Würzburg, II. k. 209—226. l. — Vorlesungen II. Pflanzenphysiologie 877. l.

<sup>2)</sup> Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure intime des animaux et des végétaux et sur leur motilité. Paris, 1824. 92—137. lap.

<sup>3)</sup> Observations sur le retournement des champignons, Comptes rendus LXX. 776—82. l.

<sup>4)</sup> Sur le rôle physiologique et la cause déterminante de la courbure en arcades des stolons fructifères dans les Absidia, Bull. d. l. soc. bot. d. France, XXIII. k. 56—59. l.

<sup>5)</sup> i. m., 209—226. l.

<sup>6)</sup> i. m., 348. l.

<sup>7)</sup> Ein Beitrag zur Biologie der Mucorineen, Bot. Zeit. XXXIX. 368—74., 383—87. l.

SZEK  
DUPLUM





által, — mely szerint a psychometrikus különbség a Phycomyces termőágát eltéríti eredeti helyzetéből. Már már általános érvényűnek tetszett a Sachs magyarázata a midőn Molisch \*) vizsgálatai alapján kimutatta, hogy a psychometrikus különbségnek különböző hatása van a csiranövények szikalatti szárára, és így ama magyarázat általános érvényét megdöntötte.

A növények talajálló irányának megmagyarázására való eddigi törekvés leginkább a Sachs-féle kísérlet eredményének akarta helyes értelmezését adni, de mindeddig nem sikerült a jelenség okszerű magyarázatát adni. Ezen körülmény késztetett arra, hogy a növények talajálló irányának okait keressem; kutassam pedig első sorban s jó formán kizárólag a Sachs kísérleténél jelenkező talajálló irány okait. A többi írónak ugyanis e tárgyra vonatkozó megfigyelései vagy nem elég világosak, vagy csak esetlegesek, vagy végre oly növényekre vonatkoznak, melyek nem egy könnyen képezik a kísérletezés tárgyát. Ezért az utóbbiakat figyelmen kívül hagyva legfeljebb a Sachs kísérleténél működő irányító okok általános érvényét igyekszem kimutatni.

Az e tárgyra vonatkozó vizsgálataimat, dr. Pfeffer W. tanár úr szivességből a tübingeni egyetem növénytani intézetében végeztem ugyancsak a nevezett intézet eszközeivel. Mielőtt azonban vizsgálataim menetének s eredményének közlésébe kezdenék, nem mulaszthatom el dr. Pfeffer W. tanár úrnak előzékeny szivességeért és a vizsgálataim folyamán adott szives utbaigazításaért, tanácsaiért e helyen is meleg köszönetet mondani. Ugy szintén meleg köszönetet mondok dr. Jurányi Lajos budapesti egyetemi tanár úrnak, hogy szives jóakarásával alkalmat adott vizsgálataim keresztül vitelére.

Ha a növények talajálló irányát létrehozó okokat keressük, úgy fel kell keresnünk s meg kell vizsgálnunk mind azon tényezőket, melyek különben is általánosságban véve befolyanak a növények működésére, vagyis meg kell vizsgálnunk mind ama tényezőket, melyek kényszerítik a növényt, magának s szerveinek működésére a legalkalmasabb helyzet elfoglalására. A Sachs-

\*) Unters. ü. d. Hydrotropismus. (Sitz. Ber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, LXXXVIII. k.



féle már említett kísérletnél a geotropikus hatást kiküszöbölve látjuk az által, hogy az illető növény a saját tengelye körül forgó vízszintes tengelyen van megerősítve. E lassan forgó tengelyen a növényekre ható esetleges centrifugális erő ki van küszöbölve a lassú forgás által, ellenben a geotropikus hatás elmarad, mert egyrészt a lassan forgó tengelyen elhelyezett növényrész egy-egy helyzete oly kevés ideig marad állandó, hogy ez idő alatt a geotropikus erő hatása nem nyilvánulhat, másrészt pedig e hatás ki van küszöbölve az által, hogy az illető növény minden pillanatban a geotropikus erő irányával szemben más és más helyzetet foglal el, minek következtében a geotropikus hatás nyilvánulásaiban folytonosan kiegyenlítettetik s ez által megsemmisítettetik. Különben a geotropikus hatás e körülményeit maga Sachs részletesen ismertette. \*) Így tehát legalább a Sachs által észlelt talajálló irányt létrehozó tényezők kutatásánál a geotropikus hatástól egészen eltekinthetünk, annál is inkább, mert épen a Sachs kísérleténél e hatástól függetlenül nyilvánul e növényeknek most tárgyalandó talajálló iránya. Bár nem kétlem, hogy a természetben előforduló s egyes írók által említett talajálló irány eseteinek magyarázatánál a geotropikus hatás bizonyos mérvű nyilvánulását is számításba kell venni.

Így tehát a geotropismustól eltekintve, vizsgálat tárgyává kell tenni mind amaz okokat, melyek a növényt kényszerítik bizonyos irányt elfoglalni — s ez okok egyikét, mint a növények minden életjelenségénél a belső szerkezetben, másikat pedig a növényekre ható külső erők közt kellett keresni; ezeket tekintetbe véve a következő okokat kellett megvizsgálni: a tömegvonzást, az esetleges belső okokat, továbbá az érintést, nedvességet s végre a fényt. Felsoroltam e befolyásoló tényezők közt úgy azokat, melyeket egyes szerzők már megvitattak, mint azokat is, melyek mint ilyenek a vizsgálat tárgyát még nem képezték, és pedig főképp azért, mert vizsgálataim folyamán a felsorolt tényezőket illetőleg a már ismert kísérleteket is ismételtem.

---

\*) Über Ausschliessung der geotrop. und heliotrop. Krümmung während des Wachstums, Arbeit. d. bot. Instituts in Wzbg, II. k. 209—226. 1.



És ha mind ezen okokat, tényezőket megvizsgáljuk, arra az eredményre jutunk, hogy a növények talajálló irányát nem egy bizonyos, hanem több tényező hozza létre, és pedig első sorban a heliotropismus gyakorol úgy a virágos, mint a virágtalan növények irányára befolyást, e mellett azonban a hydrotropismus is kivált a virágtalan növényeknél — ha csekélyebb mérvben is — tényezőként szerepel, végre pedig az érintés (contact, haptotropismus) is különösen a virágtalan növényeknél, mint irányító tényező működik, sőt egyeseknél oly mérvben, hogy a növények irányát a két előbb említett tényező befolyása ellenére is meghatározza.

Nem gyakorol azonban a növények irányára befolyást az egyes írók által az általuk megfigyelt jelenségek magyarázatára felállított tényező: a tömegvonzás. Az első volt ezek közt Dutrochet<sup>1)</sup> ki a fagyöngy gyököcskéjének, helyesebben hypocotyljének a gazdanövény ágához való merőleges helyzetét magyarázta a tömegvonzással, de úgy látszik csak nagy kétkedés után jutott ez eredményre, mert e tárgy felőli magyarázatának közlését következő szavakkal végezi (118. l.) «on peut tirer de là cette conclusion vraiment paradoxale, que la racine du gui, qui obéit à l'attraction particulière des corps, n'obéit point du tout à l'attraction du globe terrestre; attraction qui n'est cependant que la somme des attractions particulières exercées par les scorpis dont le globe est composé.»

Később az Absidia nevű gomba életmódjának vizsgálatánál van Tieghem<sup>2)</sup> a termőágakat létrehozó mycel fonalak helyzetét — minthogy azt a hydrotropikus s a heliotropikus hatás nem befolyásolta — a tömegvonzás hatása (somatotropismus) által magyarázta. Vagyis úgy véli, hogy az Absidia stolainak növekedését a közelében levő tömeg módosítja, akkép, hogy azok a tömeghez fordulnak, általa vonzatra s vele

<sup>1)</sup> i. m. 96—118 l.

<sup>2)</sup> Sur le rôle physiologique et la cause déterminante de la courbure en arcades des stolons fructifères dans les Absidia, Bull. d. l. soc. bot. d. France, XXIII. k. 56—59. A van Tieghem elméletét Justh, (Bot. Jahresberichte, IV. évf., II. r. 747. l.) Sachs és Wortmann továbbá Vines (Lectures on the Physiology of Plants. 474—6. l.) közléseiből ismerem.



érintkeznek. Ilyenmő somatotropismus lép fel állítólag a *Mucor*, *Pilobolus*, *Phycomyces* termőágainál is.

Van Tieghem e magyarázatát elméletileg már Sachs<sup>1)</sup> is megczáfolta, a midőn a föld vonzását a növényekre s azok részeire szembe állítja a föld felületén elhelyezett kisebb tömegekkel, s így a van Tieghem által feltételezett tömeghatással, s összehasonlításának eredményeként kimondja, hogy «so kann sich bei den «somatotropismus» auch nicht mehr um eine Massenwirkung handeln», a minthogy lehetetlen is, hogy egy a föld tömegéhez képest elenyészőleg kis tömeg vonzása nagyobb hatással legyen, mint az egész földtömegtől kiinduló vonzási erő.<sup>2)</sup> Sachsnek ez elméleti czáfolatát követte Wortmannak<sup>3)</sup> kísérleti úton megállapított czáfolata, melyben kimutatta, hogy a *Mucor stolonifer* «stoloi» hegyökkel a közelökben eső tárgyak (tömegek), sőt talajuk felé is a növekedésök alatt végzett görbülés és nutatio következtében közelednek.

A *Phycomyces* és *Pilobolus* állítólagos somatotropismusát is, habár már megczáfoltnak tekintettem, figyelemmel kísértem, de az esetleg ily somatotropismushoz hasonló tüneteményeket mindig vissza lehetett vezetni más, már eddig ismert okokra, mint a heliotropismus, hydrotropismusra vagy az érintési ingerre.

Igy tehát a növények magairányát, illetve a talajálló irányát a tömegvonzás — természetesen a földtömeg vonzásától eltekintve — egyszerűen, mint nem létező nem hozza létre.

Épen ilyen kevés befolyással vannak a növények irányára a növényben rejlő belső okok is. S e tekintetben a növény symmetria viszonya jöhet különösen tekintetbe, vagyis a talajban s a talajon kívül levő részek közt levő ama határozott viszony, mely szerint e két rész egymással határozott magaszöget képezne a létrehozó képletnek a létre jött képletre való befolyás következtében.

Nem tartom feleslegesnek e viszonyt pár szóval megvilágo-

<sup>1)</sup> Arbeit. d. bot. Instituts in Wzbg. II. k. 223. l.

<sup>2)</sup> Pfeffer i. m. 349. l.

<sup>3)</sup> i. m. 384. l.



sítani, daczára annak, hogy Sachs<sup>1)</sup> és Pfeffer<sup>2)</sup> e kérdést már jó formán eldöntötték. Nevezetesen már Sachs kimutatta, hogy a csiranövények szikalatti szárrészei — melyek a klinostat vízszintes tengelyének tözegkoczkáján merőlegesen álltak, — a merőleges irányt követték, daczára a különböző helyzetet elfoglaló gyökérnek, mely vagy a tözeg felületéhez simúlt, vagy pedig egyenesen vagy ferdén a tözegbe hatolt be.

A merőlegesen álló *Phycomyces nitens* Kze. (*Mucor Phycomyces* Berkel.) termő ágainál e viszonyt a kenyérkoczkán nem lehet világosan kivenni, minthogy a mycelium a kenyérkoczkába behatol. S hogy ezt lehetőleg függetlenül a talajtól vizsgálhassam, a Sachsétól eltérő kulturához folyamodtam. Ugyanis kellőleg megtisztított és sterilizált tárgyüvegeket mártottam be aszalt szilvából készült kivonatba, — melybe egyes esetekben, hogy jobb tápanyagot szolgáltatson, nádeczukrot, szőlőczukrot vagy arabmézgát tettem. A szilvalé vékony rétegével borított üveglemezre vetettem azután a *Phycomyces* sporát, a tárgyüveget a levegőben levő fertőző anyagokból lehetőleg elzárva helyeztem sötétbe, gondoskodva kellőleg a levegő párateltségéről. Már 24 óra lefolyása után is világosan látni a már kicsírázott sporából fejlődött myceliumot, a melyen másik 24 óra lefolyása után fellépnek a termőágak. A termőágak mindig a mycelium felső, vagyis az üveglaptól elfordult részén lépnek fel s csak igen kevés esetben láttam ezeket a myceliumnak kissé oldalt eső részén fellépni.<sup>3)</sup> A termőágak fellépését megelőzőleg a mycelium egy része kissé megdagad s a daganat egyik pontján lép fel a termőág. A daganat egyszer kisebb, másszor nagyobb. E daganaton néha a termőág úgy lép fel, hogy keletkezésének első pillanatától kezdve merőlegesen áll az üveglapra, máskor azonban a daganaton ferdén kezd fejlődni s csak már

<sup>1)</sup> Arbeit. d. bot. Instituts in Wzbg. II. 220. l.

<sup>2)</sup> i. m. II. k. 350. l.

<sup>3)</sup> Erre vonatkozólag az irodalomban semmi közelebbi adatot nem találtam. Dr. O. Brefeld a Bot. Untersuchungen ü. Schimmelpilze I. f. 12. l. és IV. f. 66. és 83. l. az általa tárgyalt penészgombák termőágainak keletkező helyéről s irányáról csak azt mondja, hogy a termőágak «in die Höhe» v. «nach oben wachsen».



ha nagyobb lett, foglalja el a merőleges irányt, alsó részében azonban görbe marad.

Ugyanazon eredményt nyertem akkor a midőn alkalmas módon (pl. gipszszel v. kaucsuk csővel) két üveglapot úgy kötöttem össze, hogy köztök elég tér maradjon; az üveglapok közti ürt kitöltöttem szilvalével elegyített gelatinnal, melybe a *Phycomyces* sporát vetettem. A sporából fejlődött mycelium majdnem egyenletesen terjedt el a gelatinban, legfeljebb a gelatin felületén állott tömöttebben. A keletkezett termőágak a geotropikus hatásnak kitéve keletkeztek s fejlődtek tovább, ennek daczára egyeseknél az említett görbülést ki lehetett venni, jöllehet a kísérlet végén valamennyi termőág merőlegesen állott a gelatin vízszintes felületén.

E jelenségeket mutatja a mycelium a geotropikus hatásnak kitéve. De hogy meggyőződjem teljesen a tény valódiságáról, a klinostathoz folyamodtam, mint a melynek lassan forgó vízszintes tengelye igen alkalmas annak kipuhatolására, vajjon *«gewisse Richtungsverhältnisse und Krümmungen der wachsenden, oder neu entstandenen Organe von ausseren oder von inneren Ursachen bewirkt wird»*.\*) A sporával bevetett tárgy-üvegeket a klinostat vízszintes tengelyére helyeztem. Egyszersmind kiküszöböltem a heliotropikus hatást is, de nem úgy mint Sachs említett kísérleténél, melynél a klinostat vízszintes tengelye párhuzamosan állott az ablaküveg felületével, hanem a tengelyre a tárgyüveget borító sötét hengert húztam. S hogy a hengeren belül a levegő a tenyésztésre szükséges páratartalommal bírjon, a henger kiöblösödő középső részébe vizet öntöttem, sőt a henger falának belső felületét itatós papírral is bevontam. Az így összeállított kísérletnél a termőágak szépen kifejlődtek, de nem foglalták el valamennyien ugyanazon helyzetet, vagyis azok, a melyek a myceliumból való fejlődéskor merőleges irányt vettek, merőlegesen állottak, ellenben a melyek ferdén keletkeztek, ferdén állottak. Így tehát a mycelium és a rajta fellépő termőágak nem képeznek egymással határozott magaszöget, de hogy egy esetben miért keletkeznek ferdén, máskor

\*) Sachs, Ü. d. Wachsthum der Haupt u. Nebenwurzeln, Arbeit. d. bot. Instituts in Würzburg, I. k. 390. 1.



pedig egyenesen, nem tudom másként magyarázni, minthogy a fejlődésbeli eltérést a mycel-ág daganatának sajátága okozza.

A Phycomyceset illetőleg is kifejezhetem tehát azt, hogy a talajban levő részek nem gyakorolnak a talajon kívül eső részek helyzetére befolyást, legalább oly mérvben nem, hogy a talajon kívül levő részeknek a Sachs kísérleténél levő merőleges helyzete a befolyásnak volna köszönhető.

A symmetriai viszonyok kapcsán kísérlet tárgyává tettem azt is, vajjon nem más belső ok, vagy a talaj maga az, mely a merőleges állás elfoglalására készíti a csiranövényeket és a Phycomyces termőágait.<sup>1)</sup> Valamely belső oknak a befolyása annál is inkább látszott valószínűnek a kísérlet tárgyát képező orthotrop képleteknél, a mennyiben Vöchting<sup>2)</sup> kiderítette, hogy a növényképletek képesek belső okok folytán megdőlni vagy egyenesen nőni. A növények képletei közül azokat, melyek egyenesen nőnek rectipetaloknak, a melyek pedig görbületeket végezve nőnek, curvipetaloknak nevezte. Az én kísérleteimet illetőleg csak a rectipetal növények bírnak érdekléssel, a minthogy tényleg a kísérlet tárgyát képező növények csakugyan mind rectipetalok, megjegyzem azonban jó előre, hogy a növények talajálló irányát illető kísérleteimhez főképen a már Sachs által is használt növényeket választottam.

A növények rectipetalitása azonban csak annyiban függ össze a növények talajálló irányával, a mennyiben csak rectipetal növények képesek a merőleges irányba helyezkedni.

Ez irányban úgy a Phycomyces, mint némely virágos növény csiranövényével a következő kísérleteket végeztem.

A Phycomyces myceliumával borított tárgyüveget, illetve kenyérkoczkát úgy állítottam fel, hogy felső lapja a vízszintessel 45° szöget képezzen. A termőágak, melyek orthotropok és rectipetalok, — természetesen nem képeztek derékszöget, vagyis nem álltak merőlegesen a talajon, — most még mielőtt a termőágak elérték volna növekedésükben az I. stadium végét, a klinostat vízszintes tengelyére helyeztem és pedig páratelt levegőben s a fénytől elzárva. E kísérlet eredménye az volt, hogy a

<sup>1)</sup> Arbeit. d. bot. Instituts, II. k. 209—226. 1.

<sup>2)</sup> Die Bewegungen der Blüten u. Früchte. Bonn. 1882.





*Phycomyces* termőágai elérték teljes kifejlődésüket, de helyzetüket nem változtatták s megtartották a talajnak ferde helyzetében fölvevett irányukat.

A virágos növények közül a *Lepidium sativum*, *Linum usitatissimum* és *Sinapis alba*-t használtam kísérleteimnél, s minthogy ezek csiranövényeinek szikalatti szárrészei- és gyökereinél egyforma eredményt értem el, a rövidség okáért, a végzett számos kísérletről itt együttesen számolok el. A nevezett csiranövények mindegyikével tulajdonképen háromféle kísérletet végeztem. Mindegyik kísérletnél az szolgáltat alapúl, hogy az illető növényrész a talaj fölé emelkedve ne képezzen azzal  $90^\circ$ , de  $45^\circ$ -ot,— azután megfigyeltem, vajjon a klinostat tengelyén a még növekedésben levő növényrész kiegyenesedik, illetve merőleges irányban helyezkedik-e? Figyelemmel kellett azonban arra is lenni, hogy a kísérlet bevégezte előtt a talaj felületével érintkező rész ne végezze be teljesen növekedését, mert ha ez bekövetkezik, úgy nagyon természetesen a képlet már nem foglalhatja el a merőleges irányt.

A kísérleteket tőzegkoczká, közönséges virágcserepben vagy ezen célra külön készült kis ládácskákban, illetve rá mákban végeztem; tőzegkoczkát és rá mácskát közvetlenül a klinostat tengelyére erősítettem, ellenben a virágcserepet megfelelő nagyságú üvegedénybe helyeztem s ezzel együtt erősítettem a klinostat tengelyére e célra készült csavaros szorító segítségével. Így azonban csak egy edényt lehet a klinostat tengelyére helyezni; kísérleteim folyama alatt Pfeffer tanár úr még egy másik csereptartó eszközt szerkesztett, melynek segítségével egyszerre négy virágcserepet lehet a klinostat tengelyére helyezni. Ez eszköz áll egy meglehetősen erős falú horganycsőből, mely épen rá illik a klinostat tengelyére s mely két végén be van kissé hasítva, a hasítékok felett van egy-egy csavar a klinostat tengelyére való megerősítés céljából. Ez erős csőhöz van azután erősítve, lehetőleg közel egymáshoz, s az előbb említett csőhöz négy meglehetősen széles horganygyűrű, a virágcserepet tartó üvegedények befogadására.

Az irodalomban ismertetett klinostatok közül kísérleteimnél a Pfeffer utasításai és tervei szerint összeállítottat használtam, melynek képe Pfeffer *Physiologiájában* is közölve van.



(II. k. 305. lap, 33. kép).\*) E klinostatokat úgy szabályoztam, hogy a tengely egy-egy forgása az egyiknél 25, a másiknál 35, a harmadiknál 40 percet vett igénybe.

A kísérleteknél, mint említém, csiráztató közegül szolgált a tőzeg is, melyből e célra a használandó készülék-kivánta nagyságú kockákat vágtam ki s a kockának egymást érintő két lapján át likat fúrtam, mely ferdén állott, ha a kocka az egyik lapjára lett fektetve. A vízzel átitatott kocka ezen csatornájába lett elhelyezve, nedves fűrézporral körülvéve az illető csiráztatandó mag, vagy a már előzetesen fűrézporba csiráztatott kis csiranövényke. A tőzegkocka most úgy lett elhelyezve, hogy a csatorna függőlegesen álljon, s így a benne levő csiranövényke gyökere és szikalatti szárrésze a geotropikus hatást követve nőjön. A mint a kis növényke képletei annyira nőttek, hogy a csatorna nyílásán kibújtak — természetesen nem képezve derékszöget a kocka lapjával — a tőzegkockát a klinostat tengelyére illesztettem. Az így elhelyezett kockát a klinostat tengelyén forogni hagytam. Ez idő alatt a kocka csatornájában levő csiranövényke képletei erősen növekedtek, de nem helyezkedtek merőlegesen a kocka lapjára, hanem a csatornában felvett irányban nőttek tovább, úgy a szikalatti szárrész, mint a gyökér.

A virágcserepekbe nedves fűrézpor közé vetettem el az említett növények magvait, és pedig egyeseket közel a talaj felületéhez, másokat mélyen a talajba, a cserepek nyílásait azután lekötöttem tágszemű hálóval (straminnal). A cserepeket most úgy állítottam fel, hogy a hálóval bekötött nyílásuk  $45^\circ$  szöget képezett a vízszintessel, — az természetes, hogy a melyeknél a gyökök kilépését akartam tanulmányozni, azokat a nyílással lefelé fordítva állítottam fel. A cserepek ily helyzetben maradtak, míg vagy az illető képletek a talaj fölé emelkedtek, vagy pedig — ha még bent a talajban is — bizonyos nagyságra nőttek.

Ekkor a klinostat tengelyére helyeztem a cserepeket, gondoskodva a heliotropikus s hydrotropikus hatás kiküszöbölésé-

---

\*) Részletes leírását l. Unters. a d. bot. Institut zu Tübingen, 1881. I. k. 57. l.



ről. Azonban 1—2 nap eltelte után sem nyertem más eredményt, mint azt, hogy a gyökerek, illetve a szikalatti szárazak akár már elhagyták volt a talajt, akár csak a klinostaton emelkedtek a talaj fölé — nem foglaltak el a talajra merőleges helyzetet, hanem a cserép előbbi helyzetében felvett irányt követték.

Ugyanerre az eredményre vezetett a kísérleteimnél használt harmadik talajtartó készülék is. Ez egy négyzetes, körülbelül 2—3 cm. széles faléczekből összeűtött kis rámáscka, melynek egy-egy oldala 8 cm. hosszú. A rámáscka nyitott két oldalának közepén még két likas lécz van elhelyezve, melynek segítségével a klinostat tengelyére erősíthető. A rámáscka egyik nyitott oldalát sűrűbb, a másikat ritkább hálóval fedtem be, a hálók a ládáscka keskeny oldalainak falára rajzszöggel vannak odaerősítve. A rámásckába nedves fűreszpor közé vetettem a nevezett növények magvait, s mint az előbbi kísérleteknél, úgy itt is a rámásckákat  $45^\circ$  szög alatt állítottam fel páratelt levegőbe. E készülék lényegében véve az előbbiekkal megegyezik, előnye azonban, hogy u. a. egy kísérletnél a gyökér s a szikalatti szárrész viselkedését lehet megfigyelni. E kísérletnél is akárhogy állítottam a már a talajból kibújt képletekkel a rámásckát a klinostat tengelyére, — mindig azt tapasztaltam, hogy a képletek a már egyszer felvett irányban nőttek tovább.

Mind e három kísérletnél tehát világosan kitetszett, hogy a képletek egyszer a talaj fölé emelkedve folytatják növekedésüket azon irányban, melyet a talajban vagy az abból való kilépéskor nyertek. A képletek egész növekedésök alatt csakis azon törekvést mutatták, hogy ragaszkodtak a már egyszer felvett irányhoz,\*) vagyis a talaj felületére nem helyezkedtek merőleges irányban. S minthogy a klinostaton való növekedésök alatt teljesen függetlenítve voltak a külső befolyásoktól, s így csakis talaj vagy a belső okokból származó sajátságok követésére lettek képesítve, s minthogy ez esetben sem foglaltak el merőleges helyzetet, világos, hogy a Sachs kísérleténél nyert merőleges irány létrehozásában sem a talaj, sem a belső okok nem szerepelnek.

\*) Sachs, Vorlesungen, 835. l.



Épen így nem lehet befolyása a növények spontan végzett nutatiójának sem a talajálló irányra, minthogy a mint később felhozandó kísérletekből is ki fog tűnni, épen a nutatiók következtében változik folyton a talaj s a rajta álló képlet-képezte szög; s e részben állandóság csak a nutatio megszűnése után következik be.

Azon tény, hogy az előbbi kísérleteimnél a gyökerek s a szikalatti szárrészek nem mind ugyanazon irányban állottak, hanem egyesek az általánosan felvett s a virágcserep talajfelületével  $45^\circ$ -ot képezett szögnél, vagy nagyobb vagy kisebb szöget képező irányt követtek, azon kérdésre vezetett, vajjon a növény képleteknek irányát nem befolyásolja-e a talaj felszínével való érintkezés, mely oly eredménnyel működne, mint az érintési inger.

Nem tartom szükségesnek a gyökereknek az érintés iránt való érzékenységről bővebben szólni, minthogy a gyökereknek a Sachs-féle kísérletnél való magatartását az ingerlékenység felől való mostani ismereteink alapján némikép <sup>1)</sup> meg is magyarázhatjuk, habár a gyökereknek az érintési inger iránti érzékenysége felől ismereteink még legkevésbé sem teljesek. E helyen csak azt tartom szükségesnek felemlíteni, hogy az érintésnek a gyökereknél hasonló hatása van, mint a kacsoknál, habár az előbbiek érzékenysége csekélyebb mérvű.<sup>2)</sup> A gyökereknek a talajból való kiemelkedésnél, akkor a midőn a növény a talaj felületével érintkezik, az érintés befolyása abból látható, hogy a gyökérnek esetleges görbülésénél a görbülés a talajnak erősebben kiálló része felé van irányítva.

A szikalatti szárrészek e tekintetben való vizsgálata nem hozta meg a várt eredményt. Ugyanis a *Helianthus annuus*, *Lepidium sativum*, a *Linum usitatissimum*, *Phalaris canariensis* szikalatti szárait, illetve sziklelevelét tettem ki,<sup>3)</sup> más idegen testekkel való érintésnek. Érintő gyanánt használtam sertét,

<sup>1)</sup> Pfeffer, i. m. 53. §.

<sup>2)</sup> Pfeffer, Zur Kenntniss d. Kontaktreize, Unters. a. d. bot. Institut zu Tübingen, I. kötet, 483. l.

<sup>3)</sup> Ch. Darwin, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen, Stuttgart, 1881., 105. l.



vastagabb veresréz huzalt, vékony parafa léczet, üveglapot. Az érintőt pedig a szikalatti szárrészeknek különböző pontjai, u. m. felső, középső s alsó részökre helyeztem s hosszabb ideig hagytam a növénytesttel érintkezésben, sőt egyeseknél az érintő huzallal nyomást is gyakoroltam.

Megjegyzendő, hogy a kísérletnél kiküszöböltem a fényingert az által, hogy a már Senebrier, Vöchting\*) stb. által használt módon zártam el a növényeket a fénytől, és pedig akkép, hogy a virágcserepeket porcellán tányérra, üveg harang alá helyeztem s a tányért homokkal telt nagy agyag csészébe tettem, az egészet pedig fekete kéreg-papirból készült felső végén zárt hengerrel borítottam le, s pedig úgy, hogy a henger alsó része a homokba ért, sőt Vöchtingtől eltérőleg a homokra még fekete papírt borítottam. A hydrotropikus ingert pedig kiküszöböltem egyszer az által, hogy a cserepek száját horgany-lemezzel borítottam be, mely csak a csiranövénykéek számára bírt kis likakkal, másszor pedig az által, hogy az üveg harang alatt páratelt levegőről gondoskodtam.

Fájdalom, az eredmény nem felelt meg a kísérletre fordított időnek, mert sem a *Phalaris sziklevele*, sem a többi felsorolt növények szikalatti szárrésze nem mutatott semmi változást, vagyis az érintés egészen hatástalan maradt. S ha egyik-másik csiranövénynél némi kis hajlás, — az érintő felé való hajlás, mutatkozott is, az oly csekély mérvű volt, hogy azt számításba se lehetett venni, s ebből következtetve bizonyosnak vehetem, hogy a magasabb rangú növények, illetve azok szikalatti szárai talajálló irányának létrejötténél az érintés nem szerepel tényezőként.

És hogy ez csakugyan így van, bizonyítja az is, hogy az érintés hatása a klinostaton — a midőn a csiranövény a többi befolyásoló tényezőktől is mentesítve volt — sem adott sikert. S így az előbb említett eltérő irányú szikalatti zárrészek helyzetét más okok, valószínűen a talajrészecskék, esetünkben a stramin nyomása okozhatta.

Jóval kedvezőbb eredménnyel biztatott s tényleg jóval kedvezőbb eredményt adott a *Phycomyces nitens* termőágaival vé-

\*) i. m. 26. l.



gezett kísérleti sorozat. Különben az, hogy a *Phycomyces* termőágai az érintés által növekedésükben megzavartatnak, már eddig sem volt ismeretlen. Nevezetesen Errera Leo\*) a *Phycomyces* termőágainak növekedési viszonyait tanulmányozván — az e tanulmányozás folyamán az érintés hatását a termőágakra is figyelemmel kísérte.

De hogy megérthessük a termőágakra gyakorlott érintés hatását — szükséges ismernünk a termőágak növekedési viszonyait is, s azért nem tartom feleslegesnek e helyen az Errera által nyert eredményeket röviden ismételni. A termőágak növekedésében 4 stadiumot lehet megkülönböztetni:

Az I. stadiumban a myceliumból egy orthotrop ág emelkedik fel, a termő hypha. Ez előbb gyarapodó később egyenletes, végre pedig lassúdó gyorsasággal függélyesen nő a magasba.

A II. stadiumban, miután már a termő hypha bizonyos nagyságra nőtt — nagysága 1—20 mm. közt váltakozik — szabad, hegyesedő végén kezd gömbszerűen dagadni, hossznövekedést azonban nem mutat.

A III. stadiumban a termőág és a keletkezett sporangium 2—3 órán át változatlanok maradnak. A sporangium ezen idő alatt megtartja sárga színét, a termőág pedig fehéres marad.

A IV. stadiumban a nyugalmi időszak elteltével a termőág újabb, erőteljes és kiadó növekedésnek indul. Növekedési gyorsasága gyarapodik, bizonyos maximumot ér el, a maximumot néhány órán át megtartva, lassanként növekedésével alább hagy s végre azt megszünteti. Ezen IV. stadium folyamán a termőág palaszürke lesz, a sárga sporangium barna s azután fekete lesz. A sporangiumban a sporák elkülönülnek, megernek, s az oszlop (columella) is kifejlődik.

A termőág növekedésének e «nagy időszaka» 3—5 napot vesz igénybe, melyből 1 nap az első, 2—3 óra a második, 2—3 óra a harmadik s  $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$  nap negyedik stadiumra jut.

A *Phycomyces* termőágainak e nagy időszakát, valamint az azalatt mutatott különböző stadiumokat én is megfigyeltem s minden tekintetben megerősíthetem az Errera által elért ered-

---

\*) Die grosse Wachstumsperiode bei den Fruchträgern von *Phycomyces*, Bot. Zeit. XLII. évf., 497—564. l.



ményt. Nem úgy azonban, az érintés által gyakorolt inger<sup>1)</sup> következtében fellépő változásoknál. Ezeknél ugyanis némi tekintetben eltérő eredményhez jutottam, habár nagy részben itt is megerősíthetem az Errera által elért eredményt.

Errera e részben való megfigyelései következőket eredményeztek:<sup>2)</sup>

1. Egyedül a növény övében jönnek létre az inger által előidézett görbülések. A növény öve pedig közvetlen a csúcson van, vagyis csak a termőág legfelső része képes a növekedésre.

2. A termőágra tussal húzott vonalak mint érintők hatnak.

3. Érintő által való inger csak azon termőágaknál idézhet elő változást, melyeknél a sporangium képezve van.

4. Fiatalkorú termőágak, melyek még hegyesek, vagyis az I. stadiumban vannak, az ingert nem váltják ki, hanem zavartalanul nőnek tovább.

5. A IV. stadiumban levő termőágak közvetlen a sporangium alatt görbülnek meg és pedig az érintő felé vagyis úgy, hogy a termőág érintett oldala homorú (concau) lesz.

6. Csupán a növény öve ingerelhető, a kinőtt részre gyakorolt érintés nem bír hatással.

7. A növény övre gyakorolt érintés ingere elvezetetik a legnagyobb gyorsasággal növény részre, tehát a görbülés nem mindig az érintés helyén következik be.

8. Az érintés ingere által kiváltott görbülés már néhány perc múlva jelentkezik.

9. A görbülés után a termőág nem új irányban, de merőlegesen nő tovább, az érintés helyén tehát csak helyi görbülés marad.

10. A tushoz hasonlóan érintési ingerként hat a serte vagy tüvel való gyenge nyomással párosított érintés.

Az Errera által elért s itt pontonként felsorolt eredmények közül az 1., 2., 5., 7., 8. pontokban foglalt állításokat tapasztalataim nyomán teljesen osztom és helyeslem. A 6., 9., 10. pontokban foglalt állításoktól kevéssé eltérő s a 3., 4. pontokban fog-

<sup>1)</sup> Contactreiz, Haptotropismus, Errera i. m. 59. l.

<sup>2)</sup> Az eredményeket a könnyebb áttekintés végett pontokba szedtem.



laltakról egészen ellenkező eredményeimet alább fogom felsorolni, melyek által az Errera-közölte eredményeket egyuttal módosítom.

A *Phycomyces*nek az érintési inger iránti fogékonyságát s ennek befolyását a talajálló irányra kutatva, különös érdekekkel bír a 3., 4., 6. és 9. pontokban közölt állítás, mert ha az ezekben foglaltak csakugyan a *Phycomyces* termőágainak sajátosságai, úgy már előre is le kell mondanom az érintésnek a talajálló irányra való befolyásáról. Tapasztalataim azonban mint említém, némileg eltérők az Errera tapasztalataitól. De mielőtt ezekről számot adnék, elő kell sorolnom azon viszonyokat, melyek közt kísérleteimet végeztem. Ugyanis az utóbb nevezett pontokban kiemelt sajátosságok pontosabb észlelésére az eddigiektől eltérő tenyésztési módokhoz, valamint az Errera által használt érintőtől eltérő érintőkhöz folyamodtam.

Különös fontossággal bírt vizsgálataim eredményére a termőágaknak az I. stadiumban való viselkedése s ezért olyan tenyésztési módhoz kellett fordulnom, melynél a talaj egyenlenségei legkevésbé sem befolyásolják a termőágaknak első kezdetét. Tudvalevőleg az eddig használt kenyérkoczkák többé kevésbé ritkán vagy sűrűn álló, kisebb vagy nagyobb likacsokkal bírnak, — melyek a kenyérkoczká belsejébe is behatoló myceliumon fellépő termőág legelső kezdetét nem engedik tisztán kivenni s pontosan megvizsgálni. Igen alkalmasnak mutatkozott e célból a már említett tárgyüveg-kultúra, melynél vagy a szilvakivonatot, vagy a gelatint használtam tápláló talajúl. Ez utóbbi a gelatin, melyet vagy tisztán vagy szilvalével elegyítve használtam, nem bizonyult be alkalmasnak, egyrészt, mert mint talaj nem volt eléggé kedvező, másrészt, mert a gelatin belsejében is elterülő myceliumon fellépő termőágak nem könnyen törték át a gelatin rétegét s ez által növekedési irányuktól eltérítették, sőt sokszor a termőág hegye a gelatinba ragadt s csak a termőágnak a növekedés által meghosszabbodott alsó része emelkedett ki ívesen a gelatinból. A szilvalével borított tárgyüveg-kultúrának pedig az a hátránya, hogy az üvegen levő csekély mennyiségű tápanyagnál fogva a mycelium csak rövid életű (3—5 nap) s így csak rövid ideig szolgáltat kísérleti anyagúl termőágakat, továbbá hogy a keletkezett termőágak már kis



nyomás következtében eldőlnek; e hátrányokkal szemben azonban könnyű kezelhetősége s a kópleteknek zavartalan fejlődése ajánlják.

Az érintési ingernek könnyű alkalmazhatóságánál fogva igen alkalmas a gyúrott kenyéren s a fán való tenyésztés. \*) Előbbi egyszerűen úgy készítem, hogy a közönséges friss kenyeret jól összegyúrtam s a gyúrt tömeget a szükséges s különböző alakú darabokra vágtam. De hogy e gyúrott kenyérdarabokon tiszta tenyésztést nyerjek — a kenyérdarabokat 2, sőt 3 ízben és 1—2 napi időközökben sterilizáltam s csak azután használtam a *Phycomyces* tenyésztésére. A spora e fajta kenyérdarabokon nagyon jól csirázik s a keletkezett mycelium igen jól s buján tenyészik a felületen, de a kenyérdarabka belsejébe alig, vagy nem is hatol be. Előnye e tenyésztési módnak, hogy a myceliumon keletkezett termőágak mindjárt megjelenésök kezdetén megfigyelhetők, s hogy a kenyér minden megkívántató alakba vágható stb.

Ennél még alkalmasabb a fán való kultúra, mert itt a mycelium be is hatol a fába s a felületen nem képez oly nagy mérvben borzas bevonatot, mint az előbbi módnál. A fán való kulturára csak a puha fa alkalmas s ezek közül a nyárfát találtam legalkalmasabbnak, kevésbé alkalmas de még mindig használható a hársfa is. A nyárfából a tenyésztésre alkalmas s szükséges különböző alakú darabokat vágtam; a darabok felületét lehetőleg lesimítottam s e tekintetben különösen a daraboknak azon oldalára figyeltem, melyek a fa rostjával keresztbe állanak, mert ez oldalakon tartja magát s tenyészik legjobban a mycelium. A fadarabokat aztán szárítóban 100—140° C. jól kiszáritottam s azután jól kifőzött szilvakivonattal, — melyet egy kissé savasnak hagytam, mint a többi eddig említett eseteknél is, — teleitattam s végre esetleg még sterilizáltam is. A darabok lapjait bevetettem a *Phycomyces* sporával; 2—3 nap múltán a fadarab már fejlődő termőágakkal volt borítva. Ezen tenyésztési módnak nagy előnye, hogy a mycelium jól tenyészik és so-

---

\*) E tenyésztési módokat már dr. Frank Schwarz is használta a *Mucor Mucedo* tenyésztésénél, de a fadarabokat trágyával itatta tele. (Unters. a. d. bot. Institut zu Tübingen I. 81.)



káig tartja magát; idegen gombák nem egy könnyen lepik el, s továbbá, hogy sima felületén a termőág igen korán tisztán kivethető kezdeteivel pontos kísérleteket lehet végezni. Legtöbb az I. stadiumra vonatkozó eredményeimet ily fadarabokon nőtt termőágakon tett kísérletek által nyertem.

Az érintő gyanánt használt tárgyak is eltérők voltak attól, melyet Errera használt, nevezetesen Errera érintő gyanánt a termőágakra tusvonalakat húzott. S tagadhatatlan, hogy már ezek is érintési ingert hoznak létre, de ahhoz, hogy nagyobb mérvű érintési görbülést váltsanak ki, nagyon is gyengék. S ezért az érintési inger hatását főleg a már Errera által is említett sertével, vörösréz-, ezüst- vagy platinból készült finom huzalokkal tanulmányoztam. Sőt ugyanazon hatást nyertem a midőn a termőágakra igen apró kis papirszeletkét ragasztottam arab mézgával. E módszerrel azonban csakhamar felhagytam, minthogy a kis papirszeletkéek felragasztása sok bajjal járt, továbbá mert a kis papirszeletke, mint súly nehezedik a termőágakra s azok helyzetének további irányát befolyásolja, s végre mivel az arab mézga még osmotikusan is hat. Felhasználtam továbbá mint érintőt a csillámlemez, írópapir s a stanniol (ón) lemez élet; a két utóbbi alkalmasabbnak bizonyult, mint az első.

Különösen világosan lépett fel az érintés hatása az ónlemezzezel való kísérletnél. Nevezetesen a gyúrott vagy közönséges kenyérből vágott kockákat, vagy más alkalmas alakú darabokat ónlemezbe burkoltam, s az ónlemezbe vékonyabb s vastagabb tűvel, kisebb s nagyobb likakat szúrtam. Az így összeállított darabokat sterilizáltam s azután a *Phycomyces* sporát a likon át vetettem a kenyérre. Egy-két nap elteltével már megjelentek a likokban a termőágak, eleinte csak egyenként, később már tömegesen. A midőn egy-egy likban csak egy-egy termőág lépett fel, s ez a lik szélét nem érintve nőtt, akkor egészen merőlegesen állott a kenyérkoczká felületére, ellenben ha a lik szélét érintette, úgy nem állott merőlegesen, de kevésbé ferdén. A midőn pedig egy likban nagyobb számmal léptek fel a termőágak, úgy a középső, 1—2 kivételével, valamennyi különböző irányt követve — ferdén állott, és pedig úgy, mintha egy pontnak különböző irányú sugarait képezték volna. A továbbiak leírásában e helyzetet egyszerűen sugarasnak fogom mondani a rövidség



okáért. A sugaras állás egyaránt lépett fel a kisebb s a nagyobb likakban, a különbség mindössze abban nyilvánult, hogy a nagyobb likaknál a középén több termőág állott merőlegesen, mint a kisebb likaknál.

A termőágaknak ez állása nagy hasonlatosságot mutat a *Mucor stolonifer* Ehrh. termőágainak állásához, közelebbi vizsgálat azonban kiderítette, hogy a kettőnek egymással semmi közös vonása nincs, mert a *Mucor stolonifer* termőágai a keletkezési módnál fogva állanak sugarasan, ellenben a *Phycomyces* termőágai külső hatás folytán állanak sugárosan. Ugyanis a *Phycomyces*nek a likból kinőtt termőágai egyenként keletkezve a stanniol alatt nőttek a lik felé, — talán a fény vagy a levegő irányát követve, — s abba a geotropikus hatás folytán behajoltak, azután a lik szélének érintése által adott irányba nőttek tovább. Az első megfigyelések után nem mertem mindjárt az érintés hatására gondolni, s a sugaras helyzetet a likban való nagyobb számú termőágak egymásra gyakorolt nyomásának gondoltam. Sőt azt is lehetségesnek tartottam, hogy a termőágak e helyzetét a lik körüli psychrometrikus különbség okozza. E föltevéseket azonban csakhamar megezáfolták a következő kísérletek.

A stanniolba ugyanis a likak helyett hosszú, keskeny nyílást vágtam s azon át hagytam kinőni a termőágakat, s az eredmény az volt, hogy a termőágak nem álltak mind merőlegesen, hanem itt is a nyílásnak megfelelőleg, középén merőlegesen, s a nyílás két éle felé ferdén állottak. Egy másik kísérletnél a stanniol-nyílás helyett a stanniolnak csak élét használtam. És pedig úgy, hogy a kenyérdarabnak csak az egyik felét burkoltam be stanniolba, oly feszesen azonban, hogy a stanniol lehetőleg mindenütt érintette a kenyér felületét. Az így b. burkolt kenyérdarabokat azután olyképen állítottam, hogy az egyiknél a stanniollal burkolt rész alúl, a másiknál felül, egy harmadiknál pedig oldalt állott. A megjelölt termőágak természetesen a különbözőkép állított daraboknak szabad felületén a talaj helyzetének megfelelőleg állottak, itt ezektől eltekintve, csak a stanniol élét érintők növekedését akarom fölemlíteni. Azon daraboknál, melyeknél a stanniollal burkolt rész felül állott — a stanniolt érintők megjelenésök után mindjárt fölfelé fordultak



s ez irányban nőttek, a geotropikus s az érintési hatás következtében. Ellenben azon daraboknál, melyeknél a stanniollal burkolt rész alul volt, a stanniol élet érintő termőágak kezdetben nem követték a geotropikus hatást, hanem ezzel ellenkezőleg kevéssé a stanniol éle fölé görbülve, lefelé fordúlva nőttek. A midőn a stanniollal burkolt rész oldalt volt, akkor a koczka felső lapján fellépő s a stanniol élet érintő termőágak igen szépen görbültek a stanniol felé.

S hogy a stanniol vagy papir élet érintő termőágak az érintés következtében nőnek ily irányban egészen világosan kitetszik a tárgyüveg-tenyésztésnél, ha a már meglehetősen kiterjedt myceliummal bíró tárgyüvegekre keskeny papir sávokat ragasztunk. A termőágak közül azok, melyek a papir sávtól távolabb léptek fel, függélyesen állanak, ellenben azok, melyek a papir élet érintették, a papir sáv fölé vannak hajolva. A tárgyüvegre alkalmazott papir mellett azonban még más irányú termőágakkal is találkozunk. Nevezetesen ott, hol a papir kevéssé az üvegtől elállott, már a papir alatt lévő mycelágon fejlődött egy termőág, mely a papir ellenállása által kényszerítve vízszintesen nőtt s a midőn a papir alól kiszabadult, még egy ideig ez irányban folytatta növekedését, s azután a geotropikus hatás következtében fölfelé kezdett nőni, de elég sajátságosan nem állott többé függélyesen, hanem bizonyos szög alatt ferdén, a papir sávval ellenkező irányban.

Ezt tapasztalva még egyszer pontosabb vizsgálatnak vetettem alá az ónlemez likai s nyilásaiban megjelenő termőágak helyzetét, s kitünt, hogy itt is egyesek érintve az ónlemez élet e felé hajolva nőttek, mások ellenben az ónlemez széle alól kinőve a stanniol-lik vagy nyílás szembe eső széle felé nőttek, így a sugaras helyzetet még inkább előidézte.

Megjegyzendő, hogy mind a két irányban nőtt termőágak a kezdetben nyert irányt megtartják a III. stadiumig, sőt a IV. stadiumban való növekedés folyamán sem térnek el attól nagyobb mérvben.

A most leírt kísérletekből tehát kitünik, hogy a termőágak növekedésének irányát az érintés befolyásolni képes, és pedig úgy, hogy egy esetben az érintő felé, másik esetben azzal ellenkező irány felé nő a termőág. S hogy az érintő e be-



folyásával bír a tenyésztés talajául szolgáló közeg részeinek érintése kitetszik, ha meglehetősen likacsos kenyéren vetjük el a *Phycomyces* sporákat. Ugyanis a likacsos kenyér felületén fellépő termőágak nem állnak függélyesen, hanem többnyire különböző irányú ferde helyzetet foglalnak el.

Az érintőnek a termőágakra való ingerét feltüntető e példák után, még a huzalokkal is számos kísérletet végeztem, s e tekintetben különösen az ezüst és platin huzallal nyertem a legszebb eredményeket. Jó eleve megjegyzem azonban, hogy az inger kiváltásának mérvére nem közönyös, vajjon az érintés bizonyos nyomással, vagy a nélkül lesz-e gyakorolva; ugyanis azt tapasztaltam, hogy bizonyos mérvű nem túlságos nyomással összekötött érintés az ingert nagyobb mérvben váltja ki. A csak nagyon csekély vagy semmi nyomással sem bíró érintés nem bír a kellő mérvű ingerrel, s innen van az, hogy a termőágakra húzott tusvonalak nincsenek nagyobb hatással, de e csekély hatás is csak akkor fog mutatkozni, «ha a mechanikai befolyás az inger kiváltására szükséges intensitást eléri.» »Ellenben az inger-okozta mozgás a bizonyos fokig gyarapodó nyomás által fokoztatik s nagyobb távolságra is átvitetik. Ha a nyomás bizonyos fokot meghalad, úgy a kiváltási folyamat nem fokoztatik, de sőt a növekedési intensitas lassítottatik, sőt meggátoltatik.»\*) Gyakran megtörténik, hogy az igen nagy nyomás a termőágot megsérti, a mikor is az érintési hatás kimarad.

A kísérletnél az említett huzalokkal a termőágak megfelelő pontjait érintettem s pedig kisebb vagy nagyobb nyomással. Az érintővel természetesen nem csak egy pillanatra érintém a termőágakat, hanem az érintő a növekedés folyamata alatt folytonosan érinté a termőágot. A csak kis ideig működő érintő eltávolítása után a termőág — ha még képes volt — igyekezett az érintés következtében létrejött eltéréseket kiegyenlíteni, s ha ez nem sikerült is, igyekezett legalább a függélyes irányhoz közeledni.

Ezek előrebocsátása után röviden összegezem a *Phycomyces* termőágainál az érintés ingerét illető tapasztalaimat, de

\*) Pfeffer i. m. 225., 229. l. — Zur Kenntniss d. Kontaktreize. (Unters. a. d. bot. Institut zu Tübingen. I. k. 483. l.)



csak a mennyiben Errera már felsorolt tapasztalataitól eltérnek.

Az első stadiumban, ha a termőág nagyon fiatal, akár a csúcs közelében, akár alul az eredésnél érintjük is, a termőág mindig az érintő felé hajlik s nő. Ha már nagyobbra nőtt s közeledik a II. stadiumhoz, de még sporangiumot nem kezd fejleszteni, akkor még a hegye felé való érintésnek sincs hatása, úgy látszik, hogy a II. stadiumot előzőleg már olyan lassú a termőág növekedése, hogy az semminemű inger kiváltására sem képes. A IV. stadiumban a sporangium közelében tehát a növény részre gyakorolt érintésnél, az érintő felé nő a termőág. Ha az érintő az I. és IV. stadium növény részéhez csak mintegy hozzásimul, akkor az érintő felé való hajlása után a termőág egyenesen nő fölfelé, vagyis az ingert csak helyi görbülés váltja ki. De ha a növény részre az érintés bizonyos nyomással van gyakorolva, úgy a termőág az érintő felé hajlik s az e közben felvett irányát megtartja, s nem tér vissza a függőlegesbe. Az érintés következtében felvett ez irányából azonban ismét az ellenkező irányban való növekedésre kényszeríthető, ha az előbbi érintőt elvéve az ellenkező oldalára, de ismét a növény övre helyezzük át, s így ugyanazon termőág 3—4-szer képes növekedésében irányt változtatni, s az így nyert S szerűen görbült alakját képes meg is tartani. A már növekedését bevégzett vagy csak már igen lassan növény részt érintve, pl. az I. stadium vége felé alul, — de úgy, hogy a termőág eredeti helyzetéből kimozdítva, ferde irányt foglaljon el, — a ferde irányból való tovább növekedésnél a növény rész nem tér többé vissza a függőlegesbe, hanem vagy megtartja az érintő nyomása alatt adott irányt, vagy pedig csak kevésbé közeledik a függőlegeshez. A már növekedését bevégzett részre gyakorolt nyomás tehát befolyásolja a növény rész irányát. S így gyakorolható befolyás a II. és III. stadiumban levő termőágakra is, melyek a IV. stadiumban való tovább növekedésnél mutatják azután a nyomás hatását. És így értelmezendő az önlemez s papír érintésénél megfigyelt kétféle irány is, — az egyik ugyanis az érintés ingerét váltva, kinőtt a papír széle fölé, a másik ellenben, az idősebb, már növekedésében lassúdott részre gyakorolt nyomás következtében nőtt a papírtól el. A IV. stadiumban levő termőág növény



övének a leggyorsabb növekedésben levő része legérzékenyebb az érintés ingere iránt, így pl. elégséges egy másik szomszédos termőágnak simuló érintése s már is követi azt a helyi kihajlás.

Ha az itt összegezett eredményeimet most összehasonlítom az Errera eredményeinek jelen vizsgálataimat illetőleg fontossággal bíró pontjaival, úgy a következő eltérések mutatkoznak. Első sorban ki kell emelnem, hogy az érintést követő hatás mérvére határozó befolyással bír az érintés módja, tehát a tussal húzott vonal nem egészen úgy működik, mint a serte vagy huzallal gyakorolt nyomással párosult érintés (10. pont). És épen az ebben rejlő különbség oka az inger kiváltásában is mutatkozó különbségnek vagyis gyöngéd érintés csak helyi görbülést, nyomással összekötött pedig görbülést s új irányt hoz létre (9. pont). S ha a 6. pont tételét, hogy csak a növény öve ingerelhető érintés által közvetlenül meg is erősítem, még is a közvetett ingernek, illetve a már növekedését bevégzett részre gyakorolt nyomásnak hatását is ki kell emelnem. A 3. és 4. pontnak tételét pedig hogy csak sporangiummal bíró termőág ingerelhető s hogy így az I. stadiumban az ingert nem követi hatás, oda kell módosítanom, hogy igen is az egészen fiatal I. stadiumban levő, tehát sporangiummal még nem bíró termőág az inger kiváltására képes, s így eredeti irányától eltérítve, az inger által adott új irányban képes folytatni növekedését.

A növények talajálló irányának okait kutatva, különösen az itt elősorolt s Errera közléséből eltérő jelenségek bírtak rám nézve fontossággal. S hogy meggyőződjem, vajjon az érintés ingere által ily módon kiváltott hatások mily erélylyel bírnak a termőágakra ható más befolyásokkal szemben is, még a következő kísérleteket végeztem az érintésnek kitett termőágaknak, leginkább a stanniól likain át növényekkel.

Ugyanis a lik oldalára, még a termőágak megjelenése előtt, csepegtető készülék által folyton nedvesen tartott kéregpapírlapot állítottam s az egészet a már említett módon sötét papírhengerrel borítottam be. A termőágak, daczára a nedves lapnak, akadálytalanul nőttek eleinte a sugaras irányban, — mindössze annyi eltérést mutattak, hogy a nedves lap felé eső oldalon a termőágak nem álltak oly ferdén, mint az ellenkező



oldalon, — s csak később a IV. stadiumban fordultak el a nedves laptól.

Épen úgy nem mutattak kezdetben eltérést a sugaras helyzettől akkor, a midőn oldali világításnak tettem ki a kenyérkoczkákat. A sugárosan álló termőágak közül a fényforrással ellenkező oldalon ugyan kevesebb erélylyel hajoltak a stanniól széle fölé, de csak a IV. stádiumban mutattak némi heliotropikus görbülést.

Egy másik kísérletnél az önlemezbe burkolt kenyérkoczkát úgy állítottam fel, hogy a likak a függélyes oldalon voltak. A termőágak e likakon is sugárosan állottak s csak később kezdtek a kezdetben nyert sugaras helyzetből a geotropikus befolyásnak engedve, felfelé görbülni.

S a midőn a geotropikus befolyás kiküszöbölése végett a klinostatnak vízszintes tengelyére helyeztem a kenyérkoczkát, a termőágak sugaras helyzetöket megtartották, — akár egészen sötét hengerbe helyeztem a koczkákat, akár pedig a Sachs-féle kísérlet értelmében, — mely épen a heliotropikus görbülés elkerülését czélozza, — a klinostatnak az ablakkal mellékes vízszintes tengelyére helyeztem a koczkákat.

Mind e kísérletek meggyőztek a felől, hogy az érintésnek a termőágak legfiatalabb korában is van már oly mérvű hatása, hogy az a termőágak helyzetének irányát befolyásolja, azt megváltoztatja. S e tény a növények, illetve a Phycomycesek talajálló irányának ismeretére nagy fontosságú. De ha a növényeknek e közleményem bevezetésében említett Sachs-féle kísérletnél megfigyelt merőleges helyzetét tartom szem előtt, úgy az érintésnek a Phycomyces termőágainak helyzetére gyakorolt befolyásától el kell tekintenem, mert az csaknem valószínű, hogy e befolyásnak, — mely a kenyérkoczká felületén nem működhetik minden termőágnál egyformán, — volna köszönhető a termőágaknak merőleges iránya? S minthogy ez csakugyan egészen valószínűtlen, az érintésnek a termőágak irányára való befolyását illető vizsgálataimat azzal kellett végeznem, hogy bár ez befolyásolja a termőágak helyzetét, de nem adja magyarázatát a Sachs-féle kísérletnél a termőágak s általában a növények által elfoglalt merőleges helyzetnek.

E tapasztalatok alapján ismét csak visszatértem vizsgál-



lataim kiindulási pontjához — a merőleges helyzetnek a psychrometrikus különbségekből való magyarázatára, és ez irányban ismételve pontos kísérleteket végeztem.

Mint már e közleményem bevezető soraiban említém, Sachs maga is valószínűnek tartotta, hogy a merőleges helyzet létrehozásában a nedvességnek is szerepe van: «Möglich das verschiedene Ursachen dabei zusammen wirken und dass eine derselben in der gleichmässig um die Pflanze vertheilten Luftfeuchtigkeit zu suchen sein dürfte.»<sup>1)</sup> Időközben Wortmannak<sup>2)</sup> a *Phycomyces* termőágainak a psylrometrikus különbségek iránt való érzékenységet bizonyító közleménye jelent meg, mely szerint a termőágak érzékenyen negatív hydrotropok. Ennek következtében majdnem elfogadott valószínűségekre tett szert e magyarázat úgy, hogy ezek alapján Pfeffer<sup>3)</sup> is lehetőknek tartotta, hogy a talajálló irány létrejöttét a nedvességi különbség is elősegíti. E vélemény tartotta magát mind addig, míg Molisch<sup>4)</sup> a *hypocotyle*eknek eddigelé kevés figyelemre méltatott nedvesség iránti viselkedését tanulmányozta, melynek folyamán azt tapasztalta, hogy a különböző szikalatti szárrészek nem egyformán viselkednek a nedvesség iránt. Úgy hogy érdekes közleményét következőleg végezhetette: «Auf Grund dieser Erfahrungen kann ich daher Sachs nicht beistimmen wenn er mit Bezug auf die von ihm gemachte Beobachtung, dass bei Ausschluss von Helio- und Geotropismus Lein und Kressekeimlinge sich senkrecht auf das Substrat stellen, die Ansicht ausspricht, dass diese Stellung in dem negativen Hydrotropismus derselben begründet ist.»

A kérdés megoldását illető kutatásaim folyamán magam is meggyőződést óhajtottam szerezni a növényeknek a psychrometrikus különbségek iránti érzékenysége felől, s ez irány-

<sup>1)</sup> Arbeit . . . bot. Instituts in Würzburg, II. k. 218. l.

<sup>2)</sup> Ein Beitrag zur Biologie der *Mucorineen*, Bot. Zeit. 1881., 370. l. Vele egyidejűleg, — mint Errera Leo tanár úr hozzám intézett levelében írja. — Elfving is közölte a *Phycomyces* hydrotropismusára vonatkozó tapasztalatait Botaniska Notiser 1881. évfolyamban.

<sup>3)</sup> Physiologie, II. k. 350. l.

<sup>4)</sup> Unters. ü. Hydrotropismus, Sitz. Bez. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, LXXXVIII. k. 897—943. l.



ban úgy a különböző írók által felsorolt s más újabb kísérleteket is végeztem, melyeknek eredményeit — bár nagyjában s lényegökben megegyezők a már ismert eredményekkel, mégis röviden, összefoglalva közlöm.

A gyökerek hydrotropismusát illetőleg már Sachs <sup>1)</sup> is végzett kísérleteket s kimutatta, hogy a gyökerek növekedésöknek rendes irányától nedves testek által eltérítettnek, s hogy a gyökerek positiv hydrotropok. Ugyanezen eredményhez jut Molisch is. Ismerve a gyökerek positiv hydrotropismusát, fontos volt még rám nézve az is, hogy a nedves laptól való mily távolság s mily mérvű psychometrikus különbség képes a gyökeret hydrotropikus görbülésekre kényszeríteni. E még ismeretlen viszonyoknak pontos s részletes vizsgálatát s közlését későbbre tartva fenn, itt csak azt jegyzem meg, hogy függ e viszony a levegő különböző páratartalmánál a fal melletti páratelt réteg terjedelmétől, s hogy e tekintetben olyan valaminő viszony van, mint a milyennel találkozunk az ondószálak vegyi ingerlékenységénél.<sup>2)</sup> Ha a levegő páratelt, úgy a gyökerek alig vagy nem is mutatnak eltérést eredeti irányuktól, ellenben ha a környező levegő páratartalma nagyon csekély, úgy a gyökerek a nedves laptól még nagyobb távolságra is (3—4 cm.) reagálnak. S e viszonyok világítják meg — eltekintve más, esetleg előfordulható okoktól — azon tényt, hogy a gyökerek a Sachs klinostat kísérleténél több esetben a nedves tőzegkoczkától el, a környező páratelt levegőbe nőnek s csak aránylag nagyobb távolságból görbülnek ismét vissza a tőzegkoczkához vagy elhalnak, viszont ha a kísérletet páraszegény levegőben végezzük, úgy a gyökerek alig vagy nem is emelkednek fel a tőzegkoczka felületéről, hanem ahhoz hozzásimúlnak.

A szikalatti szárrészeknek psychometrikus érzékenységet kutatva, igyekeztem azokat a talaj nedvességétől lehetőleg függetleníteni, s úgy tenni ki a nedvesség oldalról való hatásának. Kísérleteimnek az volt az eredménye, hogy a kísérlet alá vett növények közül negativ hydrotropismust mutattak a Sina-

<sup>1)</sup> Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachstumsrichtung durch feuchte Körper, Arbeit. d. bot. Instituts Wzbg. I. k. 209—76. l.

<sup>2)</sup> Dr. W. Pfeffer, Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Unters. a. d. bot. Institut zu Tübingen, I. k. 363. l.



pis alba, de még inkább a *Linum usitatissimum*, ellenben a *Lepidium sativum*, *Helianthus annuus* stb. egyes esetek kivételével érzéketlenek maradtak.

De nem is lehetett más eredményt várni, hiszen már maga Sachs<sup>1)</sup> is úgy nyilatkozott, hogy «an ihnen (an den Keimstengeln) ist irgend ein Einfluss des feuchten Körpers auf die Wachstumsrichtung nicht wahr zunehmen». A Molisch<sup>2)</sup> által elért eredményhez pedig az enyéimmal csatlakozom. Megjegyzendő azonban, hogy az említett negatív hydrotrop növények érzékenysége is nagyon csekély mérvű, úgy, hogy az elért eredmény is a lehető legkedvezőbb körülmények közt mintegy ki lett erőszakolva.

Másként áll azonban a *Phycomyces* termőágainak hydrotropismusa, nevezetesen ezek, mint Wortmann<sup>3)</sup> kimutatta, negatív hydrotropok s a kísérlet beállítása után már 4—6 óra múltán tisztán mutatták a hydrotropikus görbülést. Molisch<sup>4)</sup> is ehhez hasonló eredményt ért el. Az én e részben végezett kísérleteim úgy a *Phycomyces* mint a *Coprinus ephemerus* Fr.-t illetőleg az említett írók eredményeivel megegyező eredményre vezettek.

A *Phycomyces* érzékenységének fokáról pedig ugyanaz áll, a mit a gyökérre vonatkozólag már közöltem, sőt a *Phycomyces*-nél a psychometrikus különbség iránti érzékenység még könnyebben volna kifejezhető százalékokban, ugyanis a *Phycomyces* negatív hydrotropismusa igen különböző idő alatt s különböző mérvben nyilvánul. Ez érzékenységet illusztrálja az is, hogy a *Phycomyces* termőágai az erősen párolgó nedves lap közelében majdnem derékszöget képezve görbülnek meg, s képesek az így nyert irányban mindaddig nőni, míg a psychometrikus hatás az eltérést megengedi, a midőn aztán a geotropikus hatás lesz uralkodóvá.

Legjobban kitűnik e viszony akkor, a midőn függőiesen álló talajon hagyjuk fejlődni a *Phycomyces* termőágait. Ugyanis azt tapasztalták, hogy a *Pilobolus*, *Mucor*, *Phycomyces* termő-

<sup>1)</sup> Arbeit. d. bot. Instituts in Wzbg. I. k. 217. l.

<sup>2)</sup> i. m. 940. l.

<sup>3)</sup> i. m. 370. l.

<sup>4)</sup> i. m. 922. l.



ágai ily függélyes falból fakadva, eleinte vízszintesen nőnek s csak a talajtól bizonyos távolságra görbülnek, fölfelé engedve a geotropikus hatásnak. A termőágaknak ily nemű viselkedéséből a talajnak a termőágak irányát befolyásoló erejére következtettek. De már Wortmann <sup>1)</sup> kimutatta, hogy a termőágaknak ilyen való növekedését a talaj nedvessége okozza. Természetes tehát, hogy a talaj nedvessége, illetve elpárolgásának foka vagyis a talajt környező lég párarétegének vastagságától fog függni a termőágak vízszintesen növekvő részének hossza is, eltekintve a termőágak e részben való érzékenységtől. Szépen bizonyítja e tényt már a Wortmann kísérlete is, de még jobban kitűnik ez, ha meglehetősen száraz kenyérdarabot burkolunk be stanniolba s e függélyes falon levő kis likon át hagyjuk nőni a termőágot, természetesen úgy, hogy a lik szélét ne érintse, nehogy érintő hatás lépjen fel. S ekkor azt fogjuk tapasztalni, hogy a termőág mindjárt a talaj felületén kezd fölfelé görbülni. Ugyanily eredményt érünk el, ha a tenyésztést egészen páratelt levegőbe állítjuk, a hol tehát psychometrikus különbség nincsen. Legszembetűnőbbé azonban e jelenséget az üveglemez-kultúra, itt ugyanis a függélyes lapon a termőágak mindjárt keletkezésükkor fölfelé irányulnak s az üveglaphoz simúlva nőnek. Ugyancsak a nedvesség hatásának kell azt tulajdonítani, hogy a felfüggesztett kenyérdarab alsó lapjáról lefelé függélyesen nőnek rövidebb-hosszabb ideig a termőágak s csak azután görbülnek felfelé,<sup>2)</sup> nevezetesen ha páratelt levegőben végezzük a kísérletet, a termőágak közül alig 1—2 áll esetlegesen kisebb nagyobb hosszban lefelé, a túlnyomó többség kevéssel megjelese után mindjárt fölfelé görbül.

A *Phycomyces mycelium*-nál a Sachs-észlelte geotropismust<sup>3)</sup> nem tapasztaltam; ezt különben már Kny<sup>4)</sup> is megczáfolta, a midőn kimutatta, hogy a penészgombák mycelfonalainak növekedésére a geotropikus hatás nincs befolyással. Ezt, úgy látszik, Sachs is lehetőnek tartotta, mert következőleg

<sup>1)</sup> i. m. 372. l.

<sup>2)</sup> Sachs, Arbeit. dr. bot. Instituts in Wzbg. II. k. 223. t.

<sup>3)</sup> Arbeiten etc. II. k. 218—224. l.

<sup>4)</sup> Einfluss v. Luft, Contact, Schwerkraft auf Pollenschlauche und Mycelfäden, Sitzber. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, XXIII. k.



nyilatkozik:\*) «Der Geotropismus des Myceliums scheint nicht sehr energisch zu sein». Egyes esetekben mégis sikerült a lefüggesztett kenyérkoczkáról lefüggő mycel-fonalakat nyerni, s úgy látszik, hogy a mycelium lefüggése a kenyér nedvessége s a környező lég páratartalma közti viszonytól függ. Különben a myceliumnak a tápláló talajban való maradása, illetve abba való behatolása különböző okoknak tulajdonítandó, valamint azon körülmény is több tényezőtől függ, hogy a míg a mycelium a talajban marad, addig a termőágak a talaj fölé emelkednek. E tekintetben talán a tápanyag vagy pedig a tenyészközeg sűrűsége stb. hat ingerként, sőt erre még a hydrotropismus is befolyással lehet.

De hogy a befolyást, melyet a nedvesség a növények helyzetének irányára, illetve a merőleges irány létrejöttére gyakorol, még pontosabban megállapíthassam: a klinostaton is végeztem e részben kísérletet, természetesen, a fény hatását teljesen kiküszöbölve, tehát sötétben. Az eredmény azonban akár páratelt levegőben, akár száraz levegőben — a két végén nyitott henger kellő szellőztetéséről is gondoskodva — végeztem kísérleteimet, mindig ugyanaz volt az eredmény, vagyis a csiranövények nem álltak merőlegesen. A *Phycomyces* termőágai közül azonban néhány a száraz levegőben merőlegesen állott a levegőnél nedvesebb kenyérkoczkán.

Ezek után tehát kimondhatom, hogy a psychometrikus különbség a *Phycomyces*, *Pilobolus*, *Coprinus* s talán a többi ezekhez hasonló alkotású kryptogam növények termőágainak helyzetére s így a talajálló irányára is bír némi befolyással, de a szikalatti szárrészek többé-kevésbbé érzéketlenek e tekintetben s így a psychometrikus különbség iránti érzékenységek nem okozza a Sachs kísérleténél elfoglalt merőleges helyzetőket.

Már az említett klinostat-kísérletem, melynél a fény kiküszöbölésekor az illető képletek nem foglalták el mind a merőleges irányt, azon gondolatot ébresztette bennem, hogy e merőleges helyzetet végre is a fény hatása hozza létre s hogy a

---

\*) Arbeiten etc. II. k. 222. 1.



növények talajálló irányánál a fény, mint első sorban álló tényező szerepel.

Mielőtt azonban a Sachs által végzett kísérletet e tekintetben vettem volna vizsgálat alá, meggyőződést akartam szerezni a kísérlet alá vett növényeknek a fény iránti érzékenysége felől. S minthogy e részben csak épen arról kellett tudomást szereznem, vajjon az illető növények egyáltalán reagálnak-e a fény ingerére — csak a legegyszerűbb kísérleteket végeztem, támaszkodva az irodalomnak e kérdést illető adataira.

A Phycomyceseket, melyek pozitív heliotropok,<sup>1)</sup> oly sötét harangalá helyeztem, melynek egyik oldalán keskeny nyílás volt. Ez egyszerű kísérletből kitűnt, hogy a *Phycomyces* termőágai úgy az I., mint a IV. stadiumban is erősen pozitív heliotropok, annyira, hogy elegendő a sötétben tenyésztetteket csak igen rövid időre, 1—2 perczre a fény ingerének kitenni s a fény irányára felé való görbülés be fog következni.

A gyökerek s a szikalatti szárrészek heliotropismusát tanulmányozandó, kisebb kehelypoharaknak szájára kis szemű hálót kötöttem, úgy, hogy ez a kehelypohárba töltött vizet érintette. E hálóra vetettem el a magokat. A kehelypoharat sötét papir harang alatt tartottam mind addig, míg a gyökerek s a szikalatti szárrészek kellő nagyságot értek el, ekkor egy oldalán nyílással bíró sötét harangalá állítottam a kehely poharat, úgy hogy a csira növények a nyíláson át hatoló intensív fény ingerének voltak kitéve. A különböző növényeknek megfelelő hosszabb-rövidebb idő múltán már meglátszott az egy irányból jött fény hatása. Nevezetesen a *Sinapis alba*, *Linum usitatissimum*, *Nicotiana Tabacum* szikalatti szárrészei igen erősen görbültek a fény forrás felé ép így a *Phalaris canariensis* sziklevele is, tehát ezek pozitív heliotropok. A *Sinapis alba* és a *Linum usitatissimum* gyökere, sőt a *Sinapis alba* mellékgyökerei is jól mutatták a negatív heliotropismust, ellenben a *Nicotiana*, *Lepidium* gyökerei alig vagy egyáltalán nem mutattak heliotropikus görbülést.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Vines, Arbeit. d. bot. Instituts in Wzbg. II. k. 134. l.

<sup>2)</sup> Dutrochet, Ann. d. sc. nat. III. ser. II. k. 97. l. — Hofmeister. Die Lehre v. d. Pflanzenzelle, 292. l. — Sachs, Lehrbuch, IV. kiadás, 809. l. — Wiesner, Die heliotropische Erscheinung, 79. l.



A kísérlet tárgyaúl szolgáló növények e sajátságait ismerve, nagyon könnyű lesz a Sachs-féle kísérletnek magyarázatát adni. De hogy ezt megtehessem, pontosan utána csináltam a Sachs kísérletét, úgy a mint azt Sachs néhány év előtt közölte.<sup>1)</sup>

Nevezetesen a Pfeffer-féle lökés nélkül működő klinostat helyett olyant vettem elő, mely lökéssel működik, bár az eredményre nézve, mint az összehasonlítás s a következés mutatta, ez egészen közönyös. Továbbá a tengelyt üvegből készült s Sachs-nál lerajzolt ládához hasonlóval borítottam be, melynek a tengely számára hagyott nyílását lehetőleg elzártam, hogy a láda alatt mennél párateltebb legyen a levegő. Az üvegláda alatti tálczába vizet öntöttem. A klinostatot pedig úgy állítottam, hogy a tengely párhuzamosan állott az ablak üvegével s hogy az ablakfülke két fala is lehetőleg kevés árnyékot adott; a klinostatnak a szoba felé eső oldalára tükröt állítottam olyképen, hogy az lehetőleg erős fényt vessen a klinostat tengelyén levő koczkára.

Megjegyzendő, hogy a kísérleteket 18—22° C. hőmérsékű szobában végeztem, s hogy a kísérletet csak szórt fénynek tettem ki. A kísérletképen napvilágnak kitett növényeknél (pl. *Linum usitatissimum*-nál) a szabadon álló gyökerek csakhamar elszáradtak, a sziklevelek nehezebben szabadultak ki a maghéjból, s végre a szikalatti szár rész növekedése is igen lassan ment végbe, bár kellő nedvességről mindig gondoskodtam. E kísérletnél különösen feltűnő volt még az, hogy a szikalatti szárrészek sajátságos megdagadást mutattak, melyek bizonyos mértékig emlékeztetnek a gyökereknek eltérő körülmények közti megdagadására.<sup>2)</sup>

A klinostat tengelyére pedig 2—3 gyúrott kenyér, vagy tőzeg-koczkát húztam. A kenyérkoczkákat lehetőleg kevés *Phycomyces* sporával vetettem be, nehogy a sűrű vetésből fejlődő termőágak egymást az irány megválasztásában akadályozzák. Két vagy három nap múlva a kenyérkoczka valamennyi lapján megjelentek a termőágak s az övlapokon, vagyis a tengelylyel párhuzamos lapokon, majd mindnyájan merőlegesen, az éleken

<sup>1)</sup> Arbeiten etc. II. k. 209—226. 1.

<sup>2)</sup> Arbeit. d. bot. Instituts in Wzbg. I. k. 410—411. 1.



levők az élszőget felező irányban állottak, az oldallapokon levők pedig a Sachs<sup>1)</sup> által megfigyelt ferde, illetve kifelé görbülő irányt követték, vagyis a tengelytől kevésbé el állottak.<sup>2)</sup> Ugyanily merőleges helyzetet foglalt el a kenyérkoczkán a *Mucor Mucedo* s a lótrágyával telt farámában a *Pilobolus crystallinus* s a *Coprinus ephemerus*.

Épen ilyen merőleges irányt mutattak a *Lepidium sativum*, *Linum usitatissimum*, *Nicotiana Tabacum*, *Sinapis alba* stb. szikalatti szárrészei s a *Phalaris canariensis* sziklevele.<sup>1)</sup> Ezeknek a magvait részint bedugdostam a tőzegbe, részint csak a tőzeg felületére helyeztem, akár így, akár amúgy jártam is el az eredmény ugyanaz volt.

Ugyanis, a mint a magvak kicsiráztak, gyökereik vagy hozzá simúltak a tőzeg felületéhez s úgy nőttek tovább, vagy pedig benyomultak a tőzegbe s abban növekedtek tovább, de egyes esetekben a tőzegkoczkából kifelé is nőttek, ezek közül a legtöbb csakhamar vissza fordúlt, egyesek azonban egyenesen nőttek bizonyos nagyságra s aztán elvesztek.

A szikalatti szárrészek eleinte különböző irányú görbületet mutattak, de csakhamar fölegyeneselek s azután a koczkaköv lapjain merőleges helyzetet foglaltak el. Az oldallapokon ellenben ép olyan irányt követték, mint a *Phycomyces*. A *Phalaris canariensis* sziklevele azonban mindjárt megjelenésekor merőleges irányt foglalt el.<sup>3)</sup>

A kísérlet ugyanazon eredménnyel járt, akár páratelt, akár páraszegény (60—80%) levegő vette körül a képleteket.

S hogy meggyőződjem, hogy itt csakugyan a fényinger által előidézett merőleges iránynyal van dolgom — több rendbeli ellenőrző kísérletet végeztem. Nevezetesen az üveghengerben végzett kísérletnél a hengert félig fekete papirossal vontam be, úgy hogy a talajúl szolgáló koczka egy felől be volt árnyékolva — ennek következtében a képletek a beárnyékol

<sup>1)</sup> Arbeit. etc. II. k. 217. l.

<sup>2)</sup> Az erre vonatkozó képet l. Sachs, Arbeit etc. II. k. 219. l. és Vorlesungen 877. l.

<sup>3)</sup> Charles Darwin. Das Bewegungsvermögen d. Pflanzen, 393. l.



részszel ellenkező irány felé állottak, — a nagyobb fénynek kitett oldal felé s így a talajon nem állottak merőlegesen.

Megkísérlettem a koczka helyett ferdén álló lapokkal bíró darabokat használni. Ez esetben, ha a ferde lap párhuzamosan, illetve keresztbe állott a klinostat tengelyével, semmi eltérés sem mutatkozott. Ellenben, ha a ferde lap a tengely irányában állott, azaz azt metszette, az eredmény a rendestől eltérő volt. E ferde lap ugyanis nem volt egész kiterjedésében kitéve a fény egyenletes hatásának, minek következtében a csiranövények nem állottak merőlegesen a tengelyre, de merőlegesen állottak a ferde lap síkjára, s csak midőn a ferde lap által, tehát az egyik oldal felől képezett árnyékból kinőttek, egyenesedtek fel s helyezkedtek el a felső részökkel a tengelyre merőleges irányban. Igen szépen sikerül e kísérlet a *Nicotiana Tabacum*-mal.

S hogy e kísérletnél csakugyan a fényinger-szülte eredménynyel van dolgunk, kitetszik abból is, hogy a koczka oldallapján föllépő képletek ferdén állanak. E ferde irányt, illetve a tengelytől való elgörbülést ugyanis a kockákön átmenő tengely *állandó árnyéka* okozza, mert az oldallapokon görbülten álló képletek a tengely körül úgy állottak, hogy domború oldaluk a tengely felé állott s hegyök a tengelytől elállott. E körülményt különben Sachs is a fény hatásának tulajdonítja s következőleg okolja meg; \*) a görbülés «*offenbar eine Folge des Umstandes, dass während jeder Umdrehung eine Anzahl von Fruchthägern zeitweilig in dem Schatten der Achse kam, daher von der (der Achse zugekehrten) Seite immer weniger beleuchtet wurde*». Sachsnek e megoldását csak megerősíthetem. Ugyanis, hogy a tengely árnyékát elkerüljem, a kockát alkalmas módon a tengely végére erősítettem, úgy, hogy a koczka egyik oldallapja szabadon állott. Ily beállításnál a szabad oldallapon is egészen merőlegesen álltak a képletek, a *Phycomyces* termőágai ép úgy, mint a szikalatti szárrészek, minthogy e helyzetökben folyton egyenletesen voltak megvilágítva.

Hogy a merőleges irány csakugyan a fény behatásának köszönhető, legjobban bizonyítja az, hogy a midőn a fényt teljesen elzártam a kockától, vagyis a kockákat sötét hengerrel

\*) Arbeiten d. bot. Instituts in Wrbg. II. k. 217. l.



vettem körül, a szikalatti szárrészek merőleges iránya elmaradt. A *Phycomyces* termőágai ellenben egyesek kivételével többnyire megtartották így is merőleges irányukat.

Ha a sötétre állított klinostat koczkáján nem merőlegesen nőtt képleteket a fény hatásának tettem ki s forogni hagytam a tengelyen, akkor a még növekedésre képesek lassanként elfoglalták a merőleges irányt, és pedig akkép, hogy a főlegyenesedési pont a képletek hegyétől lassanként a gyökfőhöz haladt. Soknál az alsó rész már bevégezte növekedését, ezeknél tehát a főlegyenesedés csak e részig haladt.<sup>1)</sup> A sötétre állított klinostat koczkáján különben egyes fajok (pl. *Sinapis alba*) gyökerei inkább is elálltak a koczkától, mint a fénynek kitett koczkákon, természetesen egyenlően páratelt levegőben, minek oka bizonyára az illető gyökerek negatív heliotropismusa.

Végre megkísérlettem a klinostat tengelyére oly koczkákat helyezni, melyen már meggömbült szikalatti szárrészek voltak. E szikalatti szárrészek meggömbülését többféleképp hoztam létre. Egyik koczkánál a szikalatti szárrészek geotropikus hatás folytán görbültek fölfelé, másik koczkánál a meggömbülést az egy irányból ható fény okozta. Bármely okok folytán görbültek is legyen meg a képletek, az ablakkal mellékes klinostat forgó tengelyére illesztve, rövid idő múltán mind kiegyenesedtek<sup>2)</sup> s merőlegesen állottak a koczkák lapjain, kivéve azon részeket, vagy azokat, melyek már növekedésüket bevégezték, minthogy tudvalevőleg a növekedés, illetve a mozgásra való képesség elmaradhatatlan kelléke az autonom vagy indukált mozgások létrejöttének.<sup>3)</sup>

Különben nem csak a már egyszer meggömbült képletek kiegyenesedése, de a koczkákon nőtt növények kiegyenesedése s a merőleges irány elfoglalása is mutat fel érdekes sajátságokat. Így a szikalatti szárrészek nem foglalják el mindjárt a kicsirázás után a merőleges irányt, hanem eleinte különböző görbüléseket végeznek, bizonyára a nutatio folytán, mialatt alig

<sup>1)</sup> Dr. H. Müller (Thurgau), Über Heliotropismus, Flora, LIX. évf. 69. 90. l.

<sup>2)</sup> Müller, i. m. 91. l.

<sup>3)</sup> Pfeffer, i. m. 177. l.



emelkednek fel a talaj felülete fölé, de nemsokára fölemelkednek s egyesek hasonló görbüléseket végeznek, minőket Sachs<sup>1)</sup> a geotropikus görbüléseknél tapasztalt. Különben a különböző fajok nem ugyanazon idő alatt foglalják el a merőleges helyzetet, hanem egyik korábban, másik később. Ez időbeli különbség oka valószínűleg a növényeknek a fény iránt való különböző fokú érzékenységeben van.<sup>2)</sup> A gyökerek a kockákön oly különböző helyzetet foglalnak el, hogy ezeknél semmi szabályosságot sem lehetett megállapítani. Mindössze azt a törekvést lehetett a gyökereknél észrevenni, hogy igyekeztek lehetőleg kellő nedvesség közelében maradni, s hogy a fény ingerére vagy csak igen kevésé, vagy egyáltalán nem reagáltak.

Mindezekből elegendően kitűnik, hogy a Sachs-féle kísérletnél a klinostat kockáján a képletek merőleges helyzetét a fény okozza. A fénynek e hatása pedig létrejön az által, hogy a képletek minden oldalról egyenlő mértékben vannak kitéve a fényingernek.

E kísérleteknél használt növények nevezetesen a *Phycomyces* termőágai s a virágos növények szikalatti szárrészei sugaras (radiär) alkotásúak s orthotropok, s mint ilyen multilateralis (sokoldalú?) képletekre a külső erők minden oldalon egyenletesen s egyenlő mérvben hatnak.<sup>3)</sup> Ennélfogva e szervek a bármely irányból jövő fényingert is mindig megfelelő, illetve egyenlő módon váltják ki s így ha egy bizonyos pontról jövő fényinger hat rájuk, úgy e pont felé görbülnek.<sup>4)</sup> Ámde az ablakkal mellékes klinostat tengelykockájára a forgás következtében a fény a legkülönbözőbb irányból, de egymást kiegyenlítve hat. Ugyanis a tengely forgása következtében a tözegkockán levő növény minden pillanatban más és más irányból kapja a fényt. Egyrészt azonban a növény oly rövid ideig marad kitéve a fény egy bizonyos irányának, hogy annak ingerét nem képes kiváltani, másrészt a különböző irányok a tengely folytonos forgása következtében akképp változnak, hogy a

<sup>1)</sup> Vorlesungen, 839. l.

<sup>2)</sup> Müller i. m. 94. l.

<sup>3)</sup> Sachs, Lehrbuch, IV. kiadás 829. l.

<sup>4)</sup> Sachs, Vorlesungen, 863. l.



különböző fényhatások végre is kiegyenlítődnek. Ennek következtében a növény nem válthat ki egy bizonyos fényingert, hanem kényszerítve van a minden oldalról egyenlő mérvben ható fényinger következtében merőlegesen állani, mert a fényinger csak e helyzetben van szimmetrikusan elosztva<sup>1)</sup> s a növénynek részei természetesen csak az uralkodó viszonyoknak megfelelő egyensúlyi helyzetet foglalhatják el.<sup>2)</sup> Az illető növényre a fénynek ez egyenletes ingere tehát addig hat egyenlőtlenül, míg az belső sajátosságainak megfelelő helyzetet nem foglal el<sup>3)</sup> s míg a multilateralis képlet egyenlőképp ingerelt hossz-növekedése a növekedési tengely körül nem helyezkedik el egyenletesen, a mikor is azután a tengely különböző oldalain az antagonisticus részek egymást egyensúlyozzák a növekedésben s így egyenes, illetve merőleges, irányba állítják a képletet.<sup>4)</sup>

A fény ingerének e kiegyenlítődése az egyedüli oka annak, hogy az ablakkal mellékes klinostat vízszintes forgó tengelyen levő tőzeg- vagy kenyérkoczkán a szikalatti részek, illetve a *Phycomyces* termőágai merőlegesen állanak.

S e tekintetben Sachsnek<sup>5)</sup> teljesen igaza van, a midőn azt mondja, hogy e kísérletnél a növekedő növényeknek geotropikus s heliotropikus görbülése ki van küszöbölve, de ha a görbületek ki vannak küszöbölve, s ha mint fentebb kimutattam, más ingerek e kísérletnél a képletek növekedési irányára nem hatnak, következésképp csakis a merőleges irányt foglalhatják el és pedig mindjárt, mihelyt a talajképző közeg felületéről fölemelkednek, illetve mihelyt a spontan végzett nutatio vesztit erejéből. Fölemelkedik pedig a merőleges irányba a növénynek mind ama része, mely a fény ingere által afficiálható s ép ezért hypokotyleknél a merőleges irány már a gyökfőnél veszi kezdetét.

<sup>1)</sup> Pfeffer i. m. 307. l. — Sachs, Arbeit. etc. II. k. 218. l.

<sup>2)</sup> Pfeffer i. m. 285. l.

<sup>3)</sup> Sachs, Vorlesungen, 833. l.

<sup>4)</sup> Sachs, Lehrbuch, IV. kiadás, 829. l.

<sup>5)</sup> Über Ausschliessung der geotropischen u. heliotropischen Krümmung während des Wachstums, Arbeit. d. bot. Instituts in Würzburg, II. k. 209. lap.



Ha pedig a nehézségerő folytán egy orthotrop-képlet csak a függélyes irányban van egyensúlyi helyzetben, úgy a minden oldalán egyenletesen világított képlet is csak e helyzetben lesz egyensúlyban.<sup>1)</sup> Így tehát, ha valamely képlet ferdén állana a talajon, úgy a talaj felé fordult részei már kevesebb fényt nyernének, mint a talajtól elfordult részei, s így ez utóbbi részekre ható nagyobb fény mindaddig egyoldalúlag hatna, míg a növény ferde helyzetéből nem emelkednék a merőlegesbe, a midőn ismét minden oldalról egyenlőkép lenne a fénynek kitéve. És ezért nem nőhettek az egyenes képletek a heliotropikus görbülések kiküszöbölésekor más irányban, csak a merőleges irányban.<sup>2)</sup>

Kísérleteimnek ez eredményei alapján — azt hiszem — egészen határozottan állíthatom, hogy a Sachs-féle kísérletnél vagyis az ablakkal párhuzamos klinostat-tengely kenyérgoczkáján, illetve tőzeggoczkáján a növények merőleges irányú helyzetét a fény ingere okozza. Ez inger-okozta helyzet pedig létrejön — legalább a kísérleteimnél használt csiranövényeknél — más esetleg a merőleges iránytól eltérő irányt létrehozó tényezőkkel szemben is, mint a minők az ezeknél elenyészőleg csekély erélylyel ható nedvesség érintés. Ellenben a nedvesség s az érintés ingere által erősen befolyásolható *Phycomyces*-termőágak merőleges irányának létrejöttét ezen befolyásoló ingerek egyenlő erély esetén meg is akadályozhatják.

E gomba termőágainál tehát ez említett három tényező közül az, a melyik nagyobb mérvű, fogja a talajálló irányt létesíteni s azért nem állt valamennyi termőág a Sachs kísérleténél merőlegesen. Ha pedig a növény különböző irányító tényezők befolyása alatt nő, úgy e tényezők közül hol ez, hol amaz a quantitativ és qualitativ viszonyoknak megfelelőleg fog uralkodó befolyást gyakorolni.

És azért nem kétlem, hogy a növények maga-, illetve talajálló irányának az irodalomban említett esetei könnyen lesznek magyarázhatók a most tárgyalt irányító tényezők segélyével. A fajok s a szervek specifikus tulajdonságai s specifikus visz-

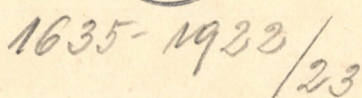
<sup>1)</sup> Pfeffer i. m. 288. l.

<sup>2)</sup> Sachs, Arbeit. etc. II. k. 218. l.



szahatási képességei hozzák magokkal, hogy az ingerlő tényezők közül hol az egyik, hol a másik fog jelentékenyebb befolyást gyakorolni a növények talajálló irányának létrejöttére. És a mint lehetséges, hogy a talajálló irány 2—3 tényező egyidejű hatásának az eredménye, úgy lehetséges, hogy létrehozásában még más, általam nem ismert, vagy meg nem vizsgált (pl. a hő) tényező is közrehat.







tól. (I. A kénessav kimutatása a borban és más folyadékokban II. Egy készülék könnyen olvadó fémek és öntvények olvadási pontjának meghatározására.) Egy rajzzal. — XXVI. A hydrogen hyporoxyl képződése égés közben. II. Válasz a víz képződési melegének ügyében. *Schuller Alajostól.*

### Tizenkettedik kötet 1882.

I. Baryt és Cerusit Felekesről Borsodmegyében. (Négy könyomatú táblával.) *Schmidt Sándortól.* — II. Kristálytani és optikai vizsgálatok az aranyhegyi Amphibolon. (Egy képtáblával.) *Franzenau Ágostontól.* — III. Értekezések a myo-mechanika köréből. *Jendrassik Jenőtől.* — IV. Helyreigazító észrevételek Thanhoffer Lajos urnak «Adatok a harántesiku izmok szerkezete és idegvégződéséhez» című székfoglaló értekezéséhez. *Jendrassik Jenőtől.* — V. A Vampyrella fejlődése és rendszertani állása. (Két táblával.) *Klein Gyulától.* — VI. Az Aquilegiák rendszere és földrajzi elterjedése. (Systema et area Aquilegiarum geographica.) *Dr. Borbás Vinczétől.* — VII. A szénkönyvek égése chlorgázban. *P. Kiss Károlytól.* — VIII. Adatok a növények, különösen az Euphorbiceák tejnedvének ismeretéhez. (Két táblával.) *Diets Sándortól.* — IX. Helyreigazító észrevételek Jendrassik Jenő ur «Helyreigazító» etc. «Észrevételeire». *Thanhoffer Lajostól.* — X. Adatok a Cestodák ismeretéhez, a Solenophorus Megalocephaluson megejtett vizsgálatok alapján. (Tizenhét ábrával.) A heidelbergi egyetem állattani intézetéből. *Dr. Roboz Zoltántól.*

### Tizenharmadik kötet 1883.

I. A Clavulina Szabói-rétegek, az Euganeák és a tengeri Alpok területén, — és a krétakori «Scaglia» az Euganeákban. (Négy táblával.) *Hantken Miksától.* — II. Az Eremocoris-fajok magánrajza. (Két táblával.) *Horváth Gézától.* — III. A modern zoologia szempontjai s czéljai. (Székf.) *Kriesch Jánostól.* — IV. A rovarok dimorphismusról. (Egy tábla rajzzal.) (Székf.) *Horváth Gézától.* — V. A parádi timsós, Ilonavölgyi timsós és a Clarisse-forrás vizének vegyelemzése. *Dr. Lengyel Bélától.* — VI. A Sibrai (Sivabradla) fürdő ásványvizének vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — VII. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (III. füz.) Közli Jendrassik Jenő. 1. A folyadékok áramlása hajszálcsövekben. (Öt ábrával.) 2. Adatok a fehérnyelűoldatok átszivárgásához. *Dr. Regézi Nagy Imrétől.* — VIII. Új vagy kevésbé ismert hasgombák. Gasteromycetes novi vel minus cogniti. (Öt táblával.) *Kalchbrenner Károlytól.* — IX. Az állatország rendszeres osztályozása, különös tekintettel az újabb állattani rendszerekre. (Egy rajztáblával.) (Székf.) *Dr. Margó Tivadartól.* — X. A czemétei ásványviz vegytani elemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — XI. Hymenoptera nova Europaea et exotica. Európai és másföldi új Hártyaröptiek. *Mocsáry Sándortól.* — XII. Hunyadmegye ásványvizei. *Dr. Hankó Vilmostól.* — XIII. Vizsgálatok a löcsei m. k. főreáltanoda vegytani intézetéből. *Dr. Steiner Antaltól.* — XIV. A petroleum lobbánási pontja meghatározásának egy új módszere. *Liebermann Leótol.* — XV. Adatok a Cilioflagelláták ismeretéhez. (Véglénytani tanulmány. Egy rajzlappal.) *Dr. Daday Jenőtől.*

### Tizennegyedik kötet. 1884.

I. Egy tömegesen tenyésző légyfaj az Alsó-Duna mellékéről. (Thalassomia congregata.) (Három tábla rajzzal.) *Dr. Tömösváry Ödöntől.* — II. A lakásviszonyok befolyása a cholera és typhus elterjedésére. *Dr. Fodor*



Józseftől. — III. A csigolyaközötti dűczok és ideggyökerek fejlődéséről. (Két tábla rajzzal.) *Dr. Ónodi A. D.-től.* — IV. A keleti Kárpátok geológiai viszonyai. (Két szelvénynyel.) *Dr. Primics Györgytől.* — V. A külső hőmérsék befolyása a csecsemők szervezetére. *Dr. Eröss Gyulától.* — VI. Új adatok a Buda-nagykovácsii hegység és az esztergomi vidék föld- és őslénytani ismeretéhez. *Dr. Hantken Miksától.* — VII. A folyami rák zöld mirigyének boncz-, szövet- és élettana. (Két táblával.) *Szigethy Károlytól.* — VIII. Tanulmány a Najadeák szövettanából. (Négy táblával.) *Ifj. Apáthy Istvántól.* — IX. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. III. közlemény. (Egy fametszettel, hat táblázattal s egy színes körajzzal.) *Dr. Högyes Endrétől.* (Székf.)

#### Tizenötödik kötet. 1885. (1—19.)

I. Ásványelemzési közlemények. *Loczka Józseftől.* — II. Gróf Széchenyi Béla közép-ázsiai expedíciójának növénytani eredményeiről. (Székf.) *Kanitz Ágosttól.* — III. Selmecz geológiai viszonyainak előzetes ismertetése. *Dr. Szabó Józseftől.* — IV. A tátrafüredi Hygiea-forrás vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — V. A koronahegyi fürdő (Smerdzonka) kénsvízének vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — VI. A Beregmegyében levő bilasoviczi Irma-forrás ásványvizének vegyelemzése. *Nendtvich Károlytól.* — VII. A szilácsi források chemiai elemzése. (Székfoglaló.) *Than Károlytól.* — VIII. A bártfai fürdő ásványvizeinek chemiai elemzése. *Dr. Ossikovszky Józseftől.* — IX. A vámfalusi és túrvékonyi ásványvizek vegyelemzése. *Nendtvich Károlytól.* — X. Bacteriumok az élő állatok vérében. *Fodor Józseftől.* — XI. Magyarország ásványvizei. *Nendtvich Károlytól.* — XII. Vizsgálatok újszülött gyermekek rendes hőmérsékli viszonyaira vonatkozólag. *Eröss Gyulától.* — XIII. A szemlence fejlődésének első mozzanatairól a gerinceseknél. *Korányi Sándortól.* — XIV. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (IV. füz.) Közli Jendrassik Jenő. 1. Észrevételek az osmosis elméletéhez. Nagy Imrétől. 2. Az izommagvakról. *Rothman Ármintől.* — XV. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (V. füz.) Közli Jendrassik Jenő. 1. A sima izomzat gyarapodása és pótlódása. Ifj. Apáthy Istvántól. 2. Adatok a gerinczagi dűczok ismeretéhez, a békán tett vizsgálatok alapján. *Lenhossék Mihálytól.* — XVI. Progén koponyák. *Dr. Lenhossék Józseftől.* — XVII. Magyarország erdőségei. *Bedő Alberttől.* — XVIII. A palaearktikus övben élő terrikoláknak revisiója és elterjedése. *Örley Lászlótól.* — XIX. Az együttérző idegrendszer fejlődése. *Ónodi A. D.-től.*

#### Tizenhatodik kötet. 1886.

I. Adatok a pókok boncz- és fejlődéstanához, különös tekintettel a végtagokra. *Lendl Adolftól.* — II. Közlemények az állatorvosi élettani intézetből. II. Eszközök és vizsgálatok. *Thanhoffer Lajostól.* — III. Ujabb kísérletek erekbe fecskendezett bacteriumokkal. *Fodor Józseftől.* — IV. Adatok a Gregarinák ismeretéhez. *Roboz Zoltántól.* — V. Ritkább bonczani rendellenességek. Egy táblával. *Lenhossék Mihálytól.* — VI. A magyarországi Obsidiánok, különös tekintettel geológiai viszonyaikra. *Szádeczky Gyulától.* — VII. Új adatok Erdély denevér-faunájának ismeretéhez. *Dr. Daday Jenőtől.*

#### Tizenhetedik kötet. 1887.

I. Göd környéke forrásainak geológiai s hidrográfiai viszonyai. Egy térkép és 5 fametszettel. *Szabó Józseftől.* — II. A Sparganium T. és Typha T. virág és termés fejlődése. 8 tábla rajzzal. *Dietz Sándortól.* — III. A brassói hegység földtani szervezetéről és talajvíz viszonyairól. *Koch Antaltól.* — IV. A vérnek bacterium ölü képességéről. *Fodor Józseftől.* — V. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (VI. füzet) *Regéczy Nagy Imrétől.*